nature

الطبعة العربية

الدورية الشهرية العالمية للعلوم

الرِّيش الكثيف على حفرية الآركيوبتريكس الحادية عشرة يشير إلى أصولٍ غير طائرة صفحة 76

الرِّيش أوَّلًا

تقنية

المستحضرات الكهربية تشعِل الاهتمام

أوساط صناعية وأكاديمية تستثمِر في العلاج بالشحنات الكهربية

صفحة 26

فيزياء الكَمّ

نظرية بيل ما زالت تُدَوِّي

بعد مرور خمسين عامًا، ما زالت نظرية التَّرابُط الكَمِّي تثير جدلًا

صفحة 41

علم المواد

الماس أكثر صلابةً

شَكْل جديد من الماس، ذو بِنْيَة نانويّة، مصنوع من سَلَف الكربون

صفحة 59

ARABICEDITION.NATURE.COM

أغسطس 2014 / السنة الثانية / العدد 23

ISSN 977-2314-55003

nature

أغسطس 2014 / السنة الثانية / العدد 23

فريق التحرير

رئيس التحرير: مجدي سعيد
نائبا رئيس التحرير: د. خالد محروس، كريم الدجوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسن بيومي
محرر علمي: نهى هندي، نهى خالد
مساعد التحرير: ياسمين أمين
المدير الفني: محمد عاشور
مصمم جرافيك: عمرو رحمة
مستشار التحرير: أ.د. عبد العزيز بن محمد السويلم
مستشار الترجمة: أ. د. سلطان بن عبد العزيز المبارك
اشترك في هذا العدد: ابتهال مخلوف، أبو الحجاج محمد بشير، أحمد بركات، باتر وردم، حاتم النجدي، داليا أحمد عواد، رضوان عبد العال، سعيد يس، صديق عمر، طارق راشد، طارق قابيل، عمرو شكر، ليلى الموسوي، لينا الشهابي، مازن النجار، محمد السيد يحيى، نسيبة داود، هشام سليمان، هويدا عماد، وسيم عبد الحليم، وليد خطاب، يوسف محمد.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نيك كامبيل
مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني
(J.Giuliani@nature.com)
الرعاة الرسميون: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى ويندهام جرانج المحدودة،وست سَسكس، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

رسالة رئيس التحرير

أمريكا الجنوبية.. بين كأس العالَم، والعلوم

استضافت البرازيلُ (أكبر بلدان أمريكا الجنوبية مساحة وسكانًا) كأسَ العالم لكرة القدم على مدار عدة أسابيع من شهري يونيو ويوليو 2014. وقد كانت فِرَق القارة منافسًا ونِدًّا قويًّا حتى المباراة النهائية. وإذا كانت أمريكا الجنوبية تكتسب شهرتها من اللعبة الأكثر شعبية بها، وهي كرة القدم، إلا أنها ـ على ما يبدو ـ تتجه إلى أخْذ مكان ومكانة عالية في مجالات العلوم المختلفة، الأمر الذي طالما تأخرت عنه بسبب تَعَاقُب الحكم الدكتاتوري على بلدانها.

ففي عدد 12 يونيو الماضي من *Nature* الطبعة الدولية نُشر ملف يتناول العلوم في أمريكا الجنوبية، انتقينا منه بعض المقالات؛ كي تُتَرْجَم وتُنشر في الطبعة العربية، ومن ذلك.. التقرير المنشور في قسم التعليقات، بعنوان «استقطاب العقول المهاجرة»، الذي يشير إلى تشابه التجربة الألمانية كثيرًا مع مثيلتها في أمريكا اللاتينية، التي شهدت صعود الأنظمة الاستبدادية للسلطة في منتصف القرن العشرين في البرازيل، وشيلي، والأرجنتين؛ الأمر الذي اضطر أفضل العلماء في هذه الدول للهجرة إلى الولايات المتحدة، وأوروبا، وكندا. وعندما سقطت هذه الأنظمة في الثمانينات والتسعينات، كان هؤلاء العلماء قد استقروا في أوطانهم الجديدة، دون حافز قوي للعودة إلى دول مُثْقَلَة بالديون. وفي ظل هذه الظروف، تم تأسيس برنامج «بيو لمبعوثي أمريكا اللاتينية»؛ للمساعدة في ترسيخ ونهضة علوم الطب الحيوي في المنطقة. وارتبط البرنامج منذ بدايته ببرنامج «بيو لمبعوثي الطب الحيوي» القائم مِن قَبْل، الذي يقدِّم كل عام مِنَحًا دراسية ـ مدة كل منها 4 سنوات ـ لعشرين باحثًا أمريكيًّا مستقلًّا واعدًا، بتمويل من منظمة «بيو للتمويل الخيري»، وهي مؤسسة غير ربحية، مقرها فيلادلفيا في بنسلفانيا.

ومنذ إنشاء البرنامج في عام 1991، حصل نحو 10 خريجين كل عام على مِنَح ما بعد الدكتوراة لمدة عامين؛ للعمل في أفضل المختبرات في أمريكا الشمالية. ولا عجب أن البعض ظل في الخارج؛ لمواصلة مسيرتهم العلمية في الدول المتقدمة، لكن المدهش أن أكثر من 70% منهم يعودون إلى أوطانهم، التي قد لا تخصِّص لهم الموارد الكافية للأبحاث المتقدمة. وباحثو برنامج بيو الذين يَظَلُّون في أمريكا الشمالية يتقلّدون مناصب في كبرى الجامعات، والعديد منهم مرتبط بالفعل بمشروعات مشتركة مع المختبرات في أوطانهم، بالإضافة إلى دورهم في استضافة الباحثين الجدد من بني أوطانهم.

في إطار الملف نفسه، قمنا بترجمة التحقيق المنشور في قسم التحقيقات بهذا العدد، الذي يحمل عنوان «لاعبون كبار»، والذي يشير إلى أنه «رغم المشكلات الكثيرة في عدة بلدان، تزدهر في أمريكا الجنوبية جيوب للتفوق العلمي»، وقد يبدو من الهرطقة قول هذا في أرض هذه اللعبة الجميلة، لكن العِلْم ـ كما يشير التحقيق - في البرازيل يتفوق على كأس العالم، على الأقل في سباق التمويل، إذ تستثمر الحكومة والشركات هناك حوالي 27 مليار دولار أمريكي سنويًا في مجالات العلوم والتكنولوجيا والابتكار، مما يفوق كثيرًا تكلفة بطولة كرة القدم، التي تبلغ حوالي 15 مليار دولار. وقد قطعت العلوم في البرازيل، والعديد من بلدان أمريكا الجنوبية، شوطًا طويلاً منذ الأيام المظلمة لعهد الديكتاتوريات قبل جيل واحد فقط. ففي الأرجنتين، قفز عدد درجات الدكتوراة في العلوم حوالي عشرة أضعاف بين عامي 2000 و2010؛ كذلك ضاعف علماءُ بيرو رصيدَهم من المقالات التي أُنْتِجَت خلال الفترة نفسها؛ في حين يتصاعد تمويل العلوم في معظم البلدان بشكل عام.

لا يزال أمام علوم أمريكا الجنوبية طريق طويل، إذا كانت تأمل في إدراك القارات الأخرى، إذ إنّ هناك معايير عديدة ـ مثل الاستثمارات، وبراءات الاختراع، والتعليم ـ لا بد من مراعاتها، حيث تتخلف الدول هناك عن دول أخرى ذات مستويات مماثلة في الناتج المحلي الإجمالي (GDP). كما تلوح في الأفق ملامح عدم استقرار في بلاد معينة، مثل الأرجنتين، والبرازيل، حيث تعكس الاحتجاجات الأخيرة انقسامات اجتماعية واقتصادية عميقة، وهي مشكلات يعاني منها جزء كبير من أمريكا الجنوبية، لكن في خضم هذه المخاوف، هناك العديد من النقاط المضيئة في عالَم العلوم.

الشُّقَّة إذًا ليست بعيدة.. وطريق النهضة بالعلوم سَلَكَتْه بلدان عدة، لكنّ الحرية والشفافية هما شرطان أساسيّان فيه، فمنطقتنا العربية لا تفتقر إلى موارد بشرية أو مادية.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

المحتويات

أغسطس 2014 / السنة الثانية / العدد 23

هــذا الـشـهـــر

8 الطب التجديدي
الممارَسات الجيدة
الإجراءات والتحليلات المُقنَّنة قد تقود العلاج بالخلايا الجذعية إلى مرحلة التجارب الإكلينيكية

8 تأثير البحوث
سوق المقاييس
مقاييس تأثير البحوث في تطور، لكنْ على الجامعات تَوَخِّي الحذر من القيود المترتبة عليها

9 فيزياء الكَمّ
لغز العالم الكمومي
هل الواقع موجود؟ خمسون عامًا.. وما زالت نظرية بيل تقسِم (وتربك) الفيزيائيين



رؤية كونية

11 **«إصلاح» الأكاديمية يقوِّض التقدم العلمي الروسي**
التمويل القاصر، والبيروقراطية، ونظام التمويل الحكومي.. على وشك أن تُزْهِق روح البحث العلمي الروسي

أضواء على البحوث

12 مختارات من الأدبيات العلمية:
كيفية احتشاد النمل لبناء جسور/ مبيدات سامة آمِنة للنحل/ بطارية مطَّاطة منسوجة في قماش/ تَجَمُّد مياه الجليد الذائب تدفئ أنهار جليدية/ بوصلة مغناطيسية تُوَجِّه فراشات/ وَصْفَةٌ تكوِّن مياهًا سائلة على سطح المريخ/ طفرات تخفِّض من خطر الإصابة بأمراض القلب/ الاحترار قد يعزِّز تلوث الهواء

ثلاثون يومًا

16 موجز الأنباء
معدات الهبوط على سطح المريخ تتجاوز أول اختباراتها/ الحَدّ من الوقود الحيوي/ انتشار فيروس نقص المناعة/ رقم قياسي للمركبات الفضائية/ ظاهرة إلنينو توشك على الحدوث/ وقْف حفر آبار نفط في حديقة فيرونجا

مهن علمية

81 استشارات إعلامية
علوم ترفيهية
يساعد المستشارون العِلْمِيُّون للأفلام والبرامج التليفزيونية على تحقيق المصداقية للعروض

أخبـــار في دائرة الضـوء



19 علم الآثار
صور ثلاثية الأبعاد تعِيد صياغة التاريخ

20 صوتيّات
دليل صوتي في البحث عن الرحلة MH370

22 سياسة
هجوم على خطة العلوم الأفريقية

23 الزراعة
جدل حول الذُّرَة المعدَّلة وراثيًّا في المكسيك

25 الطب التجديدي
إحياء الخلايا الجنينيّة؛ مِن أجْل داء باركنسون

تحقيقات

34 العلوم في أمريكا الجنوبية
لاعبون كبار
رغم المشكلات الكثيرة في عدة بلدان، تزدهر في أمريكا الجنوبية جيوبٌ للتفوق العلمي

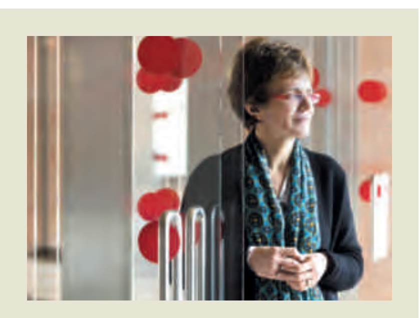


الكوكب الجاف

مياه حسب الطلب

البحث عن مصادر غير تقليدية للمياه العذبة؛ لِرَيّ عطش العالَم المتزايد. صفحة 31

تعليقات



الخلايا الجذعية

التصدي للعلوم الزائفة

إيلينا كاتَّانيو، وجيلبيرتو كوربيلليني يعرضان تجربتهما في النضال الطويل والمرير؛ لحماية المرضى من علاجات الخلايا الجذعية المشبوهة.
صفحة 39

44 العلوم في أمريكا الجنوبية
استقطاب العقول المهاجرة
إن المِنَح العلمية الدولية التي تشجِّع العلماء على العودة إلى أوطانهم تنجح في النهوض بالعلوم مرة أخرى في أمريكا اللاتينية، حسبما يقول تورستن ويزل

كتب وفنون

48 القياسات المرجعية
لعبة الاستشهادات المرجعية
جوناثان آدامز

49 ملخصات كتب

مراسلات

50 البيولوجيا التخليقية: إغفال جوهر القضية/ مشاركة بياناتك أسهل مما تعتقد/ تقييم فوائد وتكاليف طاقة صخر الزَّيْتايت / إعادة تقييم جوائز البحوث في الصين/ مواقد الطهو: تنظيف الوقود على جبهتين

تأبين

52 **جيرالد إيدِلْمان (1929-2014)**
يورّس روتسهاوْزَر



مستقبليات

88 **العَتاق**
خواو راماليو سانتوس

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

أغسطس 2014 / السنة الثانية / العدد 23

أبحــــاث

أنباء وآراء

57 الأحياء البنيويّة
تصوير خط تجميع إنزيم
يقدِّم تصويرُ الكيفية التي يتغير بها تركيب وحدةٍ ما أثناء عملية التحفيز فكرةً أوضح عن آليّة عمل الإنزيمات
بيتر ليدلاى

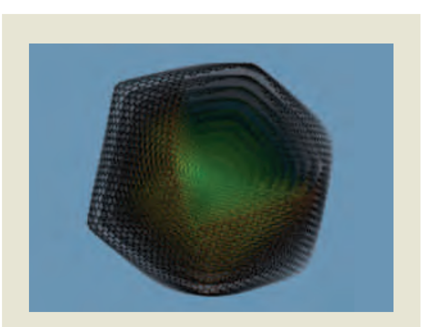
60 فيزياء الكَمّ
استشعار القوة
الاستشعار الكمي لقياس تفاعل مغناطيسي ضعيف بين إلكترونين مرتبطين بأيونَيْن منفصلين
فرديناند شميت كالر

61 بيولوجيا النبات
تمرير الذخيرة
تُطْلِق نباتات الطماطم التي أَعْطَبَتْها الحشرات عدة مواد كيميائية؛ تحذِّر جيرانها من الهجمات الوشيكة
مارك ميشَر، وكونسويلو دِه موراِيس

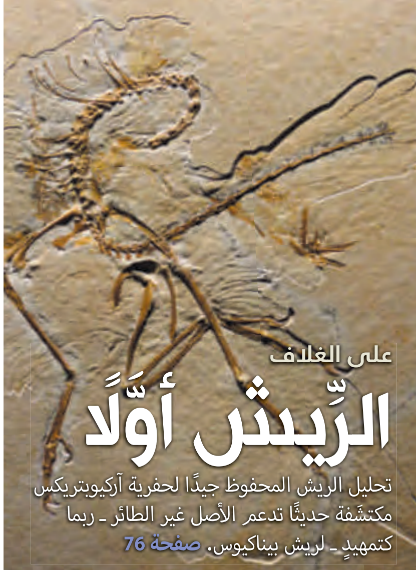
62 علم المناعة
تحديد احتمالات الإصابة بالسُّلّ
دراسة التفاعلات بين الجزيئات المنظمة للمناعة؛ لتفسير النتائج المتغيِّرة لحالات عدوى السُّلّ
صموِيل بِهار، وكريستوفر ساسِتي

63 فيزياء فلكية
ثنائي وثيق في ثلاثي من الثقوب السوداء
ثنائيات من الثقوب السوداء تُشِعّ أمواجًا جاذبية؛ توفِّر للفلكيين طريقة جديدة لاستكشاف الكون
جْرِجْ تايلور

HELMUT TISCHLINGER



علم المواد
الماس أكثر صلابةً
شكل جديد من الماس، ذو بِنْيَة نانويّة، مصنوع من سلف الكربون الشبيه بالبصل. صفحة 59



على الغلاف
الرِّيش أوَّلًا
تحليل الريش المحفوظ جيدًا لحفرية آركيوبتريكس مكتشفة حديثًا تدعم الأصل غير الطائر ـ ربما كتمهيدٍ ـ لريش بيناكيوس. صفحة 76

ملخصات الأبحاث

65 بعض البحوث المنشورة في عدد 12 يونيو 2014

فيزياء الجسيمات **النيوترينو محدود الكتلة**
J Albert *et al*

الوراثة الجزيئية **التحرير الجيني للخلايا الجذعية البشرية**
P Genovese *et al*

البيولوجيا الجزيئية **السيطرة على كسور الشريط المزدوج للحمض النووي**
D Thacker *et al*

علم المواد **ماس تَوْأَمِيّ نانَوِيّ يجمع بين الصلادة الزائدة والثبات**
Q Huang *et al*

علم المناخ **التنبؤ بالظواهر المناخية المتطرفة للمحيط الهندي**
W Cai *et al*

68 بعض البحوث المنشورة في عدد 19 يونيو 2014

الجينوم **فك تتابعات جينوم نبات الكافور**
A Myburg *et al*

الكيمياء الحيوية **تَتَبُّع تَبَايُن التعبير الجيني**
A Shalek *et al*

علم الأعصاب **استهداف التهام الميتوكوندريا في داء باركنسون**
B Bingol *et al*

الفيزياء **التفاعل المغناطيسي بين الإلكترونات**
S Kotler *et al*

الهندسة الكيميائية **ألغاز الماء فائق التبريد**
J Sellberg *et al*

71 بعض البحوث المنشورة في عدد 26 يونيو 2014

الكيمياء الحيوية **معزِّز طبيعي للمضادات الحيوية بيتا لاكتام**
A King *et al*

الأمان النووي **الأمن النووي، والمعرفة الصِّفْرِيّة**
A Glaser *et al*

الفيزياء الفلكية **مسار جديد للثابت الكوني للجاذبية**
G Rosi1 *et al*

الهندسة الجزيئية **مسار جديد لأنابيب الكربون النانوية أحادية الجدار**
F Yang *et al*

علم البيئة القديمة **الانهيار التاريخي لغطاء جرينلاند الجليدي**
A Reyes *et al*

74 بعض البحوث المنشورة في عدد 3 يوليو 2014

علم الإحاثة **أطراف ليست للطيران**
C Foth *et al*

البيولوجيا التطورية **آليّات الفَقْد التطوُّري للأطراف**
K Cooper *et al*

الكيمياء الحيوية **بِنْيَة الغشاء في البكتيريا السالبة لجرام**
H Dong *et al*

الفيزياء الفلكية **الثقوب السوداء تتقارب في ثلاثيات**
R Deane *et al*

الفيزياء **في البحث عن حالة قاعدية**
S Sebastian *et al*

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هــــذا الشهــــر

افتتاحيات

رؤية عالمية الشرق الأوسط يمكن أن يَسترشِد بقانون الخلايا الجذعية الأردني **ص. 10**

علم الحيوان احتشاد النمل لبناء جسور، من خلال تكوين كل نملة 14 اتصالاً مع النمل المجاور **ص. 12**

عِلْم الكواكب تَكَوُّن الماء السائل مؤقتًا على سطح المريخ في أماكن وجود الأملاح والجليد **ص. 14**

الحرية الأكاديمية فـي خطر

مبادئ حقوق الإنسان للأكاديميين بمصر في تَراجُع مع سيطرة النظام العسكري على مقاليد الحكم في البلاد، والربيع العربي يقف منتظرًا في سكون.

منذ يناير الماضي وعماد شاهين، أستاذ العلوم السياسية، يقيم في المنفى، وذلك منذ أن أصدرت السلطات المصرية أمرًا بضبطه وتوقيفه. كان شاهين يحضر مؤتمرًا في الولايات المتحدة في تلك الفترة. ونظرًا إلى خوفه من ألّا يتعرض لمحاكمة عادلة في مصر؛ لم يعد إلى بلاده حتى الآن. وتتضمن التُّهَم الموجهة إلى شاهين، التي يصفها بأنها «سخيفة»، التخابر وأنه عضو قيادي في جماعة الإخوان المسلمين التي كان ينتمي إليها الرئيس الأسبق محمد مرسي المعزول بانقلاب في يوليو الماضي. وقد أعلن النظام الحاكم الجديد جماعة الإخوان المسلمين منظمة إرهابية.

كان شاهين في الحقيقة من منتقدي النظام الحاكم الجديد صراحةً، لكن في الوقت ذاته كان شاهين بوصفه أستاذًا يحظى بشهرة دولية في مجال السياسة العامة والإدارة في الجامعة الأمريكية بالقاهرة، قد انتقد أيضًا النظام الديكتاتوري القمعي الذي مارسه الرئيس حسني مبارك على مدار ثلاثين عامًا. كذلك وجَّه شاهين من حين إلى آخر انتقادات لنظام مرسي الذي تولّى السلطة بعد عزل مبارك في 2011 في أعقاب انتفاضة شعبية كانت تمثل جزءًا من الربيع العربي.

وقد قامت شبكة حقوق الإنسان العالمية للأكاديميات والجمعيات العلمية ومقرها واشنطن بتبنٍّي قضية شاهين بشكل نشط، وتقول إنها سوف تستمر في الدفاع عن حقه في حرية التعبير حتى يتم إسقاط جميع التُّهَم. المحزن في الأمر أن شاهين واحد من بين كثير من الأكاديميين المصريين الذين تتعرض حقوقهم الإنسانية للتهديد والخطر، فقد أعربت الشبكة أيضًا عن قلقها من أنه من بين 41 ألف معتقل تم توقيفهم منذ الانقلاب هناك ما يقرب من ألفٍ من المهندسين والأطباء والعلماء.

وفي إبريل نشرت مجموعة من الباحثين والخبراء المصريين تقريرا بشأن ضحايا حالة الاضطراب وعدم الاستقرار التي أعقبت الانقلاب من الأكاديميين، وقاموا بتوثيق أسماء الذين اعتقلتهم أو قتلتهم السلطات المصرية وانتماءاتهم. وتتضمن الحصيلة 1347 طالبًا تم اعتقالهم و176 آخرين لقوا حتفهم. وقد وقعت 16 حالة من حالات الوفاة أثناء حملات أمنية شنتها قوات الأمن على المقرات الجامعية. كذلك قُتل سبعة من أعضاء هيئة التدريس، واعتقل 160 آخرون إلى جانب وضع عشرين منهم تحت المراقبة، بينما لا يزال هناك خمسة وعشرون في عداد الهاربين.

ويبقى السؤال: ما الذي أفسد آمال الربيع العربي المصري؟ فقد تغلَّب مرسي ـ المنتمي لجماعة الإخوان المسلمين، الذي يصادف أنه يحمل درجة الدكتوراة في علوم المواد ـ على منافسيه من العلمانيين بفارق ضئيل وأصبح أول رئيس منتخب ديمقراطيًّا للبلاد، لكن الإجراءات التي اتخذها لتمكين جماعة الإخوان المسلمين صرفت كثيرين عنه. كذلك لم يستطع مرسي السيطرة على الاقتصاد، وهَوَت البلاد في عهده في دوامة الفوضى السياسية من جديد.

في سبتمبر 2011، شهدت القاهرة مظاهرات خرج فيها آلاف من أعضاء هيئات التدريس بالجامعات من شتى أنحاء البلاد، وكلهم لهفة لتذوق طعم التغيير بعد الثورة، طالبوا فيها باستبدال القيادات الجامعية التي كان يتم تعيينها بواسطة مبارك بشكل مباشر. ومن ثم وُضع نظام يسمح لأعضاء هيئة التدريس بانتخاب رؤساء الجامعات وعمداء الكليات. كذلك طالب المتظاهرون بحظر دخول قوات الشرطة إلى الحرم الجامعي ما لم يتم دعوتها صراحة من جانب الإدارات الجامعية، وذلك كرَدّ فِعْل على السيطرة الأمنية التي فرضتها قوات أمن الدولة على مقارّ الحرم الجامعي أثناء حكم مبارك.

في العهد الجديد تم إبطال الحركتين الإصلاحيتين، فسرعان ما تحركت قوات الأمن على الفور إلى المقارّ الجامعية لفض المظاهرات المتكررة في الجامعات ضد النظام الحاكم، التي قام بتنظيم العديد منها المتعاطفون مع الإسلاميين، تعبيرًا عن غضبهم لخلع مرسي، والتي أسفر كثير منها عن إيقاف الدراسة. وكما توضح الإحصائيات الجديدة، فإن تلك المصادمات كانت تنتهي في أغلب الأحيان نهاية عنيفة.

وفي الأسبوع الأخير من يونيو الماضي أصدر عبد الفتاح السيسي، خليفة مرسي، مرسومًا رئاسيًّا يضع من خلاله تعيين القيادات الجامعية من جديد تحت سيطرته، وهو إجراء يُعتقد على نطاق واسع أنه سوف يسمح للنظام الحاكم بإبعاد أيّ مؤيد لجماعة الإخوان المسلمين ممّن تولّوا تلك المناصب عن طريق الانتخابات.

> **«كان تعامل الشرطة المصرية مع بعض المتظاهرين والمحتجين تعاملًا وحشيًا بصورة غير مقبولة».**

في الواقع، لا يمكن بناء الديمقراطية في يوم واحد، فقد كان رد فعل الجامعات المصرية على الحريات الجديدة التي حظيت بها ساذجًا إلى حد ما في بعض الأحيان، فانتخاب القيادات الأكاديمية بواسطة أعضاء هيئة التدريس أمر شائع في أوروبا، ولكن حاليًا يتم بشكل متزايد التخلي عنه تدريجيًا، لظهور نقطة ضعفه المتمثلة في أنه قد يتم انتخاب رؤساء الجامعات على أساس الشعبية، أو على سبيل تبادل المصالح، بدلًا من أن يتم ذلك على أساس القدرة والكفاءة. وغالبًا ما يتم الآن اختيار رئيس الجامعة بواسطة مجلس الجامعة، ويكون الدور الذي يسهم به أعضاء هيئة التدريس في تلك الحالة غير مباشر. ومع ذلك.. يظل انتخاب أعضاء هيئة التدريس للقيادات الجامعية أفضل من التعيين الذي يتم بناءً على أسس وأسباب سياسية محضة.

جدير بالذكر أن عددًا قليلًا من المقارّ الجامعية حول العالم تمنع الشرطة من دخولها. فاليونان ـ على سبيل المثال ـ قامت بحظر دخول قوات الشرطة إلى جامعاتها في عام 1982، وذلك كرَدّ فعل على العنف الذي مارسته تلك القوات تجاه الطلاب المحتجين أثناء الحكم الديكتاتوري العسكري السابق للبلاد، ولكن عندما بدأت الديمقراطية الوليدة في النضج، صار القلق يساور الجامعات اليونانية بشأن الجريمة المنظَّمة التي اتخذت من الحرم الجامعي ملاذًا آمِنًا لممارسة أنشطتها، ولذا.. تم إلغاء القانون في عام 2011. وكان تعامل الشرطة المصرية مع بعض المتظاهرين والمحتجين تعاملًا وحشيًّا بصورة غير مقبولة.

وحاليًا، وعلى ما يبدو، تتعرض الحرية الأكاديمية في مصر لخطر داهم، ولم يعد بوسع الأكاديميين المقيمين خارج البلاد سوى إلقاء نظرة يائسة فحسب، وكلهم أمل في أن تتمكن استراتيجية شبكة حقوق الإنسان التي تمثلهم من كسب معركتها، على الأقل من أجل معاملة أفضل للأكاديميين المعتقلين لمجرد التعبير عن آرائهم. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الممارَسات الجيدة

إنّ إجراءات وتحليلات مُقنّنة من شأنها أن تقود العلاج بالخلايا الجذعية إلى مرحلة التجارب الإكلينيكية.

عادةً ما تحتل صدارةَ العناوين الرئيسة في وسائل الإعلام أنباءٌ تتحدث عن أعمال غير أخلاقية، أو ممارسات استغلالية، أو وعود مُبالَغ فيها. يتكرر هذا الوضع أيضًا في مجال الطب التجديدي والعلاج بالخلايا الجذعية؛ حتى تركت التقارير الإعلامية انطباعًا واضحًا، مفاده أن الأبحاث التي تُجرَى في تلك المجالات مشكوكٌ في أمرها إلى حد ما.

البداية وقعت منذ أمدٍ بعيد، بشأن المادة المستخدمة في تلك الأبحاث، ألا وهي الأجِنَّة البشرية. فعندما قام الرجل الأقوى في العالم ـ وهو الرئيس الأمريكي جورج دبليو. بوش ـ بحظر تلك الأبحاث، وبوقف الدعم الفيدرالي المُخصَّص لها في عام 2001، كان ذلك دليلًا على أن تلك الأبحاث قد شابها بعض المخالفات، أليس كذلك؟ ثم جاءت التقارير الدورية عن الشركات التي تقوم باستغلال المرضى ـ الذين يكونون عادةً من الضعفاء وأصحاب الحالات الخطيرة ـ بوعود تتحدث عن معجزات علاجية باهظة التكلفة، ولكن بلا آثار مؤكدة.

عادةً ما تُخفي تلك العناوين الرئيسة وراءها قصة مختلفة، فالعلماء الذين يقومون بإجراء الأبحاث المنهجية المطلوبة للوصول بالعلاج بالخلايا إلى مرحلة التجارب الإكلينيكية بدأوا أخيرًا يَشُقُّون طريقهم نحو النجاح. فهناك تجارب تُجرَى حاليًا لعلاج اضطراب في العين، يُدعَى تنكّس الحُفيرة باستخدام خلايا الشبكية، كذلك استؤنفت من جديد تجربة لاستخدام الخلايا الدّبقيّة غير الناضجة لعلاج إصابات النخاع الشوكي، بعد أن انسحبت الشركة التي كانت تدير التجربة في عام 2011 (انظر: *Nature* **510**, 18; 2014).

لقد استغرق الأمر سنوات عديدة للوصول إلى خط البداية، ولكن الطرق المختصرة ببساطة ليست ممكنة، رغم دعاوى الدجل والشعوذة. فالأمر يستغرق وقتًا لمعرفة كيف يمكن ترويض الخلايا الجذعية، سواء المأخوذة من الأجنة البشرية، أم من الخلايا البالغة المُعادَة برمجتها، المعروفة باسم الخلايا الجذعية متعددة القدرات المُحفَّزة، لكي تنمو وتتطور إلى النوع السليم من الخلايا البديلة. كذلك يستغرق الأمر وقتًا لإيجاد وسيلة يمكن من خلالها أن نجعل تلك الخلايا تندمج في النسيج المُضيف، وتبدأ في أداء وظيفتها. ولا ينبغي التسرع أو الاندفاع في القيام بالخطوات اللازمة لتحديد عدد الخلايا البديلة المطلوب توصيلها، وكيف يمكن توصيل تلك الخلايا بطريقة آمنة وسليمة.

> «لا بد أن تحرص التقارير الإخبارية على عدم المبالغة في إمكانية العلاج باستخدام الخلايا».

تمثل العين، وكذا النخاع الشوكي نظامين منعزلين نسبيًّا. ولا شك أن هناك كثيرًا من المعلومات يمكن معرفتها عن طريقهما، ولكنّ المخ والقلب كليهما نظامان أكثر تعقيدًا بدرجة كبيرة، فإصلاح أي تلف يصيب هذين النظامين أمرٌ بالغ الأهمية، لأنهما معًا يمثلان أكبر عبء مرضي في الدول المتقدمة.

ومن الأمور التي تبعث على السعادة أن التجارب الإكلينيكية تبدو في الأفق، فما هي إلا بضع سنوات، وتبدأ الاختبارات الإكلينيكية للعلاجات الخاصة بمرض باركنسون، وربما لا تتأخر عنها كثيرًا بعض أنواع العلاج التي تخص مرض هنتنجتون.

وللعلم.. فإن حَقْن أي إنسان بعلاج جذري يتطلب الحيطة والحذر. ويتلخص النهج المثالي في ضرورة أن يكون الباحثون قادرين على استخدام البيانات التي يحصلون عليها من مريض معين في تجربة بعينها؛ لتحسين النهج الذي يمكنهم استخدامه مع مريض آخر في تجربة أخرى. لذا.. فإن قرار الفريق الدولي لمرض باركنسون، أو ما يطلق عليه G-force، بالجمع ما بين فرق بحثية من أوروبا والولايات المتحدة واليابان؛ من أجل وضع معايير لإعداد الخلايا، وانتقاء المرضى، ورصد التجارب المستقبلية، قد لقي ترحيبًا بشكل خاص.

ويبدو أن الفريق الدولي لمرض باركنسون قد تَعَلَّم دروسًا عديدة، مفادها ضرورة نقل الأبحاث الخاصة بالمرض إلى مرحلة التجارب الإكلينيكية بسرعة شديدة، ومن خلال فِرَق بحثية منفصلة. وقد بدأت تجارب عديدة على الخلايا المستمدة من مِخَاخ الأجنة لعلاج مرض باركنسون في أواخر الثمانينات من القرن الماضي، لكنها توقفت في عام 2003، لأن النتائج كانت متضاربة ومُشوَّشة بدرجة لا يمكن تفسيرها. كما أسفرت التجارب التي أُجريت باستخدام الخلايا الجذعية البالغة لعلاج قصور القلب عن نتائج مختلفة اختلافًا صارخًا (انظر: *Nature* **509**, 15–16; 2014).

وربما يعود ذلك بشكل جزئي إلى نقص البيانات ما قبل الإكلينيكية الجيدة، لكن الأبحاث المنهجية أظهرت حاليًا أن الخلايا القلبية المُستمَدة من الخلايا الجذعية للأجنة البشرية يمكنها أن تغرس نفسها داخل القلوب التالفة للرئيسات، وتقوم بمزامنة دقّاتها معها إلى حد ما على الأقل. وقد نشأت لدى بعض القرود حالة من عدم الانتظام في دقات القلب، مما يبين أن ذلك الأسلوب لا يزال بحاجة إلى إجراء تحسينات عليه. ومع ذلك.. فقد تم إثبات مبدأ العلاج ذاته، مما يعطي قدرًا من الثقة بأن التجارب الإكلينيكية ربما تصبح ممكنة.

سوف يضمن تصميم التجارب وفقًا للمعايير المتفق عليها أن يكون بمقدور الباحثين أن يفهموا لماذا يمكن لمريض ما أن يستفيد من العلاج، في حين لا يمكن لمريض آخر تحقيق تلك الاستفادة، وهذا من شأنه تعظيم كفاءة التجارب، والتسريع من وتيرة تطوير العلاجات، وهو نموذج يستحق النسخ والتكرار على نطاق واسع.

يجب أن تحرص التقارير الإخبارية على عدم المبالغة في إمكانية العلاج باستخدام الخلايا. وبينما يتقدم المجال بأكمله رويدًا رويدًا في اتجاه الاختبارات والتجارب الإكلينيكية، فمن المهم أن ينقل الباحثون لوسائل الإعلام بوضوح ما يمكن لتلك العلاجات أن تحققه على الأرجح، وكذلك ما ليس بإمكانها تحقيقه. ومن غير المرجح أن تنجح التجارب الأولى في التوصل إلى علاج، لكن ذلك لا ينبغي أن يقلل من قيمتها، فأي نوع من التحسن في نوعية الحياة ـ مهما صغُر ـ أمرٌ بالغ الأهمية لشخص يعاني من عجز أو إعاقة خطيرة. إن الضرير الذي يصبح قادرًا على تمييز الضوء في وسط الظُّلمة، والمُصاب بالشلل الذي يستعيد بعض الإحساس في طرف من أطرافه، والمريض الذي يعاني من حالة متقدمة من مرض باركنسون، لكنه يتمكن من السير بشكل مستقل، إنْ لم يكن بشكلٍ طبيعي، من المؤكد أن كل فرد من هؤلاء سوف يرى الأمر جديرًا بالاهتمام. وكما هو الحال مع جميع أنواع العلاج الجديدة، فإن العلاج بالخلايا الجذعية سوف يتحسن من خلال مبدأ التجربة والخطأ. وهذه الاتجاهات تبشر بمزيد من التجريب، وعلى سبيل التفاؤل.. بأخطاء أقل. ■

سوق المقاييس

إنّ مقاييس تأثير البحوث في تطورٍ، لكنْ على الجامعات تَوَخِّي الحذر من القيود المترتبة عليها.

في الوقت الذي أُقيمت فيه فعاليات كأس العالم لكرة القدم، التي نَظَّمَها الاتحاد الدولي لكرة القدم (الفيفا) في البرازيل (وَوَدَّعَت منتخباتٌ عديدةٌ المونديالَ بالفعل؛ وعادت إلى بلادها)، كان هناك قَدْرٌ كبير من التحليلات لِمَا شابَ أداء البعض من قصور، وما حققه البعض الآخر من نجاح. وفي جهد موازٍ انهمكت أقسام التسويق في شتى أنحاء العالم في وضع اللمسات الأخيرة للربط ما بين الأحداث الجارية في المستطيل الأخضر، وبين الماركات والمنتجات التي تُروّج لها.

من الممكن أن تشكل النتائج المترتبة على ذلك الربطِ مزيجًا مثيرًا للفضول، قد يصل إلى درجة سريالية. لننظر ـ على سبيل المثال ـ إلى ما صرَّحَتْ به «تومسون رويترز»، الشركة المتخصصة في إجراء التحليلات، من أنها بصدد إطلاق ضربة البداية لكأس عالمٍ خاصٍّ بها في مجال الأداء البحثي. وتعقيبًا على مباريات الجولة الأولى من بطولة كأس العالم، أعلنت الشركة أن المنتخب الإنجليزي كان بإمكانه أن يقلب خسارته المخيِّبة للآمال أمام المنتخب الإيطالي إلى فوز، لو أنه كان يؤدي المباراة استنادًا إلى تأثير الاستشهادات البحثية. وبالمثل، فإن المنتخب الأسترالي كان بإمكانه أنْ يهزم منتخب شيلي، مع استمرار حدوث الفوز الساحق الذي حققته هولندا على المنتخب الإسباني. وعلى مدار أربع جولات أخرى، وضعت التصفيات منتخبات في مواجهة منتخبات أخرى تنتمي إلى بلدان تختلف فيما بينها في عديد من الأمور، من بينها مدى إسهام تلك الدول في التعاون الدولي، وعدد الأبحاث التي يتم الاستشهاد بها بكثافة، والتأثير النسبي لتلك الدول على المستوى العالمي. فمن كان بوسعه أنْ يتوقع أن تكون الولايات المتحدة وسويسرا طرفين في أحد لقائي الدور نصف النهائي؟

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هذا الربط المبتكر من شأنه أن يلقي الضوء على اتجاه جدير بالإهتمام، ألا وهو إعادة ضبط وترتيب الأدوات الخاصة بصناعة القياسات المرجعية. فقد كانت «تومسون رويترز» بصدد الترويج لمجموعة المؤشرات القياسية المرجعية المحدثة في خدمتها؛ لتحليل الأبحاث المعروفة باسم «إنْسايتس» InCites. وجدير بالذكر أن "تومسون رويترز" ليست هي الشركة الوحيدة التي قامت بتحديث عروضها في مجال القياسات المرجعية لعام 2014.

فمنذ يناير الماضي، تقوم مؤسسة «إلسفير» Elsevier بالترويج والدعاية للجيل الجديد من منتجها المعروف باسم «سايفال» SciVal. وفي الثاني عشر من يونيو الماضي طرح موقع «ألتمِتْريك» Altmetric (الذي يتلقّى دعمًا من «ماكميلان ساينس آند إديوكيشن»، المالكة لمجموعة *Nature* للنشر، وهي دار النشر التي تصدر دورية *Nature*) عرضَه التجاري للمؤسسات البحثية، وهو بمثابة أداة، الغرض منها تَتَبُّع الأوراق البحثية الأكاديمية التي ينشرها أعضاء هيئة التدريس في الكليات، ومدى تأثيرها على شبكة الإنترنت. ومن بين المقاييس المثيرة للاهتمام ذلك المقياس الذي تم تدشينه في إبريل الماضي لقاعدة بيانات «لِنْس» Lens، الذي تديره منظمة غير هادفة إلى الربح، تُعرف باسم «كامبيا» Cambia في كانبرا. ويتيح هذا المقياس للباحثين ـ مجانًا ـ القدرة على فحص عدد براءات الاختراع التي استشهدت بأوراقهم البحثية، لكنّ هذا المقياس يتضمن حاليًا علوم الحياة فقط.

تستحق المنتجات التي تعرضها شركات التحليل التجارية المتابَعة، لأنها تحدِّد بشكل عام كيف تقوم المؤسسات البحثية بمتابعة باحثيها، وتقييمهم. وتشير أحدث المنتجات إلى أنه قد أصبح الآن أسهل من ذي قبل حساب عدد مذهِل من المقاييس لأي مجموعة من الأوراق البحثية، بما في ذلك مجموعات الأبحاث على المستوى الفردي، أو على مستوى الكلِّيّات، أو حتى على مستوى الدولة ككل.

بنظرةٍ إلى الجوانب الإيجابية، يمكن القول إنّ هذا الجيل الجديد من المنتجات يتميز بأنه أكثر تعقيدًا وتقدُّمًا، ويضع في الاعتبار وجهات النظر والملاحظات النقدية التي يطرحها خبراء القياسات المرجعية. تركِّز الأدوات حاليًا على الأوراق البحثية الفردية، بوصفها وحدة أساسية للمنتَج النهائي، بدلًا من التركيز على الدورية التي تُنشر فيها الورقة البحثية. وصارت تلك الأدوات تُسَلِّم بشكلٍ متزايد بأنه من المنطقي والمفيد مقارنة المقاييس من حيث السياق فحسب، بمعنى بمعايرة الأداء ـ على سبيل المثال ـ بشكل متناسب مع الأوراق البحثية، اعتمادًا على التشابه ما بين المجموعات العمرية، أو المجالات البحثية، أو وسائل النشر.

أما إذا نظرنا إلى الجوانب السلبية، فما زال من السهل إساءة استخدام تلك العروض.. فأحدث سلالة من القياسات المرجعية يمكن استخدامها بوصفها أدوات تسويق للأفراد، أو وسيلة للكشف عن مكامن التميز المغمورة أو المهمَلة، أو باعتبارها أدوات لتصنيف الدول أو المؤسسات في كأس العالم للأبحاث.

هناك خطر يتمثل في أن الجامعات تشتري حاليًا منتجات شديدة التعقيد؛ لمتابعة أدائها البحثي، بدون أن تدرك حقيقة القيود الخاصة بتلك المقاييس. ويستعرض جوناثان آدامز في صفحة 470 من عدد *Nature* الطبعة الدولية، الصادر في 26 يونيو الماضي، كتاب «ما بعد القياسات المرجعية» *Beyond Bibliometrics*، وهو كتاب يوضح الخطوط العريضة لتاريخ المحاولات المبذولة لقياس مدى التأثير البحثي والاتجاهات المستقبلية لتلك المحاولات. ويحثُّ محررا الكتاب، بليز كرونين وكاسيدي سوجيموتو، على التزام الحيطة والحذر. ويطرح آدامز سؤالا: «حتى بعد مُضِيّ عقود من استخدامها، هل نفهم بالفعل ماهيّة بيانات الاستشهاد، وماذا نفعل بها؟ وهل ثمة معايير واضحة لدى أولئك الذين يستخدمون القياسات المرجعية لكيفية توظيف تلك المقاييس وتفسيرها؟»

«لقد أصبح الآن أسهل من ذي قبل حساب عدد مذهِل من المقاييس لأي مجموعة من الأوراق البحثية».

وكما أوضحت دورية *Nature* من قَبْل (انظر: www.nature.com/metrics)، يشعر كثيرٌ من الباحثين بأنهم دائمًا يواجهون العديد من الضغوط، بسبب سعيهم لمضاعفة عدد المقاييس التي يمكن من خلالها الحكم على نجاحهم الأكاديمي. لعل هذا يجعل من المطالَبة بالوضوح والشفافية من جانب مديري الأبحاث بشأن أيّ القياسات تُستخدَم لتقييم الباحثين، ولماذا يستخدمون تلك القياسات بعينها، من بين الأمور ذات الأهمية البالغة في هذا الوقت تحديدًا عن أي وقت مضى. وفي ظل هذا الجيل الجديد من الأدوات التجارية، لا يبدو من الخيال المبالَغ فيه أن تتصور مديرًا عامًّا يجلس في مكان ما من المؤسسة البحثية التي تعمل بها وهو مستغرق في كأس عالمٍ متواصل خاصٍّ به على مستوى الإدارة التي يتولى رئاستها، وتراه يستعرض شرائح مُطَوَّلة من الرسوم والمخططات البيانية، منخرطًا في لعبة تخيُّلية تتحكَّم في مِهَن الباحثين، ومسارات حياتهم المهنية. ■

لغز العالم الكمومي

هل الواقع موجود؟ خمسون عامًا وما زالت نظرية بِل تقسِم (وتربك) الفيزيائيين.

هناك شيء واحد يتفق عليه الجميع عندما يتعلق الأمر بنظرية بِل، التي تُعد حجر زاوية في الميكانيكا الكمومية الحديثة: وهي أنها نُشرت منذ خمسين عامًا. كل شيء آخر عدا ذلك مفتوح للنقاش - وعلى وجه الخصوص تأويلها - مع وجود أمل ضئيل في تسوية هذا الأمر قريبًا. أصبحت نظرية بِل في الواقع مرادفًا للالتقاء المحيِّر بين الميتافيزيقا، والفيزياء. ومع شعور دورية *Nature* بالفخر في توجهها بالكتابة للقارئ العادي، يظل تفسير فكرة الفيزيائي الأيرلندي الشمالي جون ستيوارت بِل ـ المنشورة في عام 1964 ـ يثير تحديًا قويًّا، لكن يمكن مواساة القراء المرتبكين بحقيقة أنهم ليسوا بمفردهم... فقد أثارت نظرية بِل حيرة أفضل الفيزيائيين الكموميين، ولا زال يبدو بَذْل القليل من الجهد لكشف أسرار الكون جديرًا بالعناء.

تنبَّأ بِل باختصار أن قياسات الجسيمات الكمومية المتشابكة ستكون غير متوافقة مع واحد من منظوري العالم الشائِعَين. المنظور الأول هو التموضع، حيث لا يمكن التأثير على قياس أُجري فوق مكتب بلندن بضبط أداة قياس يحدث في نيويورك، والثاني هو الواقعية، وهو وجود حقيقة مستقلة عما نقيسه أو نرصده.

قبل مجيء بِل، كلا المنظورين كانا فرضيّتين متعارَف عليهما بالعلم. وبالنسبة إلى معظم البشر ما زالا كذلك، لكن بالنسبة إلى الفيزيائيين الذين يتعدُّون العالم المادي إلى الكون الكمومي، تثير نظرية بِل تحديًا حقيقيًّا. لا بد أن يقبلوا إمّا بأنّ الجسيمات الكمومية المتشابكة يمكنها التأثير على بعضها البعض آنيًّا، حتى لو كانت تفصل بينهم سنوات ضوئية، أو أنه لا وجود للقمر في العالم الكمومي، إنْ لم يكن أحد ينظر إليه. صمدت تنبؤات بِل أمام كل الاختبارات التجريبية حتى الآن، ولذلك.. يبدو أنه ينبغي علينا التخلِّي عن واحد على الأقل من المفاهيم البديهية التي كنا نعتقد فيها.

يتضح إحجام علماء الفيزياء عن اختيار أيٍّ من الخيارات الممكنة من خلال استمرار اختلافهم حول ماهيّة نظرية بِل بدقة. فعلى سبيل المثال.. لم يكتفِ مؤتمر بفيينا ـ عُقد في الأسبوع الثالث من يونيو الماضي ـ بالاحتفال بالذكرى الخمسين لفكرة بِل العظيمة من خلال إلقاء نظرات تاريخية محدودة عليها، ومن ثم التحرك لمناقشة الموضوعات الساخنة المعاصرة، لكن ظلت النظرية هي نفسها موضع الجدل (مِن عناوين إحدى النقاشات بفيينا: «صراعي لمواجهة عدم الواقعية»).

ليست المسألة أن الفيزياء الكمومية لم تحرز تقدمًا عبر الخمسين عامًا الماضية، بل على النقيض من ذلك.. فقد شهدت الفيزياء الكمومية في تسعينات القرن الماضي دفعة تمت تسميتها باسم «الثورة الكمومية الثانية»، حين تمت ترجمة النظريات التي طُورت في الثورة الأولى إلى تقنيات كمومية تجريبية، كبروتوكولات علم التشفير غير القابلة للكسر، وفرضيات الحوسبة فائقة السرعة. ومع ذلك.. يمكننا ببساطة استخدام معادلات الميكانيكا الكمومية؛ لاكتشاف تقنيات جديدة، دون فهم معناها العميق.

مع ذلك.. فإن الثورة الكمومية الثانية اندلعت جزئيًّا من خلال تأملات حول معنى كل ذلك. فعلى سبيل المثال.. استنبط الفيزيائي الكمومي آرتور إيكرت واحدًا من المكونات الرئيسة للاتصال الكمومي الآمِن، حين كان يدرس نظرية بِل (A. K. Ekert *Phys. Rev. Lett.* **67**,661; 1991).

يحمل جدول أعمال الفيزياء الكمومية اليوم وَعْدًا عظيمًا لمثل ذلك التعاون المثمر بين البحث الأساسي والتطبيقات التجريبية. فعلى سبيل المثال.. لم يحفز البحث عن أكبر الأجسام التي يمكن تعريضها لتَرَاكُب كمومي الباحثين النظريين للتفكير في الفوارق الكونية الممكنة بين العالَم التقليدي العيني، والعالم الكمومي المجهري فقط، بل دفع أيضًا إلى تحسين الأدوات التجريبية التي يمكن أن تصبح مفيدة في سياقات أخرى.

تُرى، ألم يكن ذلك عسيرًا للغاية؟ أليس كذلك؟ ■

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv



الشرق الأوسط يمكن أن يسترشد بقانون الخلايا الجذعية الأردني

تقول **رنا دجاني** إن الحظر المفروض على الشركات الخاصة التي تستخدم الخلايا الجذعية المستخلَصة من أجنة بشرية يمثل إطار عمل سياسيًّا للدول العربية والإسلامية الأخرى.

في يناير الماضي، سنّت الأردن قانونًا لضبط الأبحاث والعلاج باستخدام الخلايا الجذعية البشرية المستخلَصة من الأجنة. وهو القانون الأول من نوعه في المنطقة العربية والإسلامية. ولقد كنت جزءًا من مجموعة يرأسها عبد الله عويدي العبّادي مدير مركز العلاج بالخلايا بجامعة الأردن في العاصمة عمَّان، وهي المجموعة التي دعت لأول مرة إلى ذلك القانون، ووضعت مسودة له لاحقًا. وتُعتبر أبحاث الخلايا الجذعية من موضوعات الساعة في الأردن، نظرًا إلى مكانة المملكة كمركز للرعاية الصحية يجذب المرضى من الخارج. وتُعَدّ الأردن واحدة من الدول القليلة في منطقة الشرق الأوسط التي تمتلك قوانين لحماية المشاركين في التجارب الإكلينيكية. وهذا القانون الأخير ينبغي أن يعمل كمثال يُحتذَى للدول الأخرى في المنطقة.

تحظر القوانين الجديدة على الشركات الخاصة استخدام الخلايا الجذعية البشرية في الأبحاث أو العلاج. ولن يُسمح بالتعامل مع الخلايا الجذعية البشرية سوى من قِبَل المؤسسات الحكومية، أو المعاهد الأكاديمية المموَّلة حكوميًّا بالأردن، التي تتمتع بمستويات أعلى من الشفافية، مقارنةً بالشركات الخاصة، وتخضع لرقابة وزارة الصحة ولجنة متخصصة في هذا الصدد. يحظر هذا القانون أيضًا تقديم تبرعات على هيئة خلايا جذعية أو بويضات، وينص على أن الخلايا المعدَّلة، أو التي تم العبث بها لا يجوز استخدامها لأغراض الاستنساخ البشري. ولا يوجد بحث في الوقت الحالي حول الخلايا الجذعية الجنينية البشرية؛ فهذه خطوة وقائية.

يكمن جزء كبير من الجدل والخلاف المُثارَيْن حول أبحاث الخلايا الجذعية في أنحاء العالم من وجهات نظر مختلفة للأديان الرئيسة بخصوص الأطوار الأولى للحياة. ورغم أن استخدام الخلايا الجذعية الجنينية البشرية يواجه معارضة من الكنيسة الرومانية الكاثوليكية وبعض كنائس البروتستانت، إلا أنه مقبول في المجتمع اليهودي وفي العديد من الدول الإسلامية. ولا يوجد إجماع حول مبدأ الحياة الجنينية البشرية، لكن الغالبية العظمى من فقهاء الإسلام يرون أنها تبدأ خلال فترة تتراوح ما بين 40-120 يومًا من بعد الحمل، ومن ثم فَهُم يتبنون فكرة أن البويضة المخصبة منذ خمسة أيام ليس بها روح، أي أنها لا تمثل «حياة بشرية»، بل «حياة بيولوجية». ولذا.. فبالنسبة إلى كثيرين، لا توجد مشكلة أخلاقية في الإسلام فيما يتعلق باستخدام جنين في أوائل الخَلْق لإنتاج خلايا جذعية.

ليس من السهل الوصول إلى هذه النتائج.. فكثير من الدول الإسلامية ترى أن القوانين والمبادئ الأخلاقية الحيوية تستند إلى مصادر الإسلام الثلاثة؛ أولها القرآن الكريم، وثانيها السنة النبوية، وثالثها الإجماع، وأخيرًا الاجتهاد. والاجتهاد هو المبدأ القائل إنّ كل عالِم مؤهَّل للفتوى يحق له البت في الأمور المستعصية بشكل مستقل عن غيره من العلماء. وبناءً على هذه المصادر الثلاثة، وضعت إيران والسعودية وتونس إرشادات حول أبحاث الخلايا الجذعية، لكنها ليست مُلْزِمَة قانونيًّا.

إن قانون الخلايا الجذعية الأردني نتاج سنوات من النقاشات التي أدارتها لجانٌ، قوامها علماء وأطباء وخبراء في اللغة العربية، ومحامون، وفقهاء مسلمون ومسيحيون. وقد نُوقشت المشكلات التي طُرحت ـ ومنها على سبيل المثال.. الخلط ما بين الخلايا الجذعية، والخلايا الجنينية الجذعية ـ واقترُحت لها حلول. وقد تشاورنا مع كلٍّ من اللجنة الوطنية لأخلاق العلوم والتكنولوجيا، ووزارة التعليم. وصدَّق مجلس الإفتاء على الصيغة النهائية للقانون.

ووافق المجلس على فتوى أقرّها العلماء المسلمون في عام 2003، تجيز استخدام الخلايا الجذعية الجنينية من مصادر مقبولة، بما في ذلك البويضات المخصبة قانونيًّا، الفائضة عن الحاجة، والناتجة عن التخصيب المعملي. وكان وراء القرار الذي اتُّخِذ بمنع الشركات الخاصة من استخدام هذه الخلايا مخاوف مِن أنْ تشجع أبحاثها على الإجهاض الذي يُعتبَر مخالِفًا للقانون في الأردن، ما لم تكن حياة الأم أو صحتها عرضة للخطر. وكان المجلس واضحًا في أن القانون الجديد يجب أن يحظر الاستنساخ البشري، ولا ينبغي أن يسمح بخلق الأجنة من مَنِيّ وبويضات غير المتزوجين.

وقد سمح التمييز ما بين المصادر المتعددة للخلايا الجذعية في بداية المناقشات لمجلس الإفتاء بتَبَنِّي موقف أكثر تساهلاً تجاه تقنيات استخدام الخلايا الجذعية غير المستخلصة من الأجنة البشرية. فعلى سبيل المثال.. يستطيع القطاع الخاص بموجب القوانين الجديدة العمل على النقل النووي للخلايا الجسدية (وفيه يتم نقل الحمض النووي البشري من مريض، وزَرْعه في بويضة غير مخصبة ليست بها نواة)، والخلايا الجذعية المعززة متعددة الإمكانات التي يتم تخليقها من خلايا الراشدين.

لقد ثبت الاستخدام العلاجي لزرع نخاع العظم ـ بما في ذلك مستزرعات الخلايا الجذعية المنتِجة للدم ـ في الأردن. ومثل هذه الإجراءات منظمة بالفعل بموجب قوانين حالية للممارسات الطبية، ولذا.. فإن القانون الجديد يطرح تمييزًا واضحًا بين هذه التقنيات والعلاج بالخلايا الجذعية الجنينية البشرية.

لا يغطي القانون جميع الجوانب الحالية لأبحاث الخلايا الجذعية واستخدامها فحسب، بل ويفسح المجال أيضًا لمزيد من التعديل مستقبلًا. فهو يقضي بتشكيل لجنة وطنية ستتولى ـ من بين أعمال أخرى ـ مسؤولية رسم الخطوط العريضة لقوانين محددة لحفظ الخلايا الجذعية في بنوك خاصة بها، بما يتفق مع المعايير الدولية.

> انتهت جميع **نقاشاتنا في الأردن** إلى أن أبحاث الخلايا الجذعية **جائزة في الإسلام.**

انتهت جميع نقاشاتنا في الأردن إلى أن أبحاث الخلايا الجذعية جائزة في الإسلام، طالما أن الغرض منها تحسين صحة الإنسان، واتخاذ الاحتياطات اللازمة لاحترام الحياة البشرية. ومع ذلك.. مع تطور هذا المجال، يتعين على واضعي السياسات مواصلة الاستثمار في التعليم ونشر الوعي بالفرص والتحديات والشكوك التي تحوم حول أبحاث الخلايا الجذعية الجنينية البشرية.

إن الإنتاج العلمي للمنطقة العربية الإسلامية محدود، مقارنةً بغيره في مناطق أخرى. وتنفيذ هذه القوانين في الأردن وغيرها من الدول الإسلامية من الممكن أن يساعد على تشجيع الأبحاث، وصولاً إلى المعايير الدولية، والبدء في سد هذه الفجوة. ■

رنا دجاني أستاذ مساعد بقسم علم الأحياء الجزيئي الخلوي بالجامعة الهاشمية بالزرقاء، الأردن.
البريد الإلكتروني: rdajani@hu.edu.jo

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/anosjp

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



«إصلاح» الأكاديمية يقوِّض التقدم العلمي الروسي

يقول **أليكسي يابلوكوف** إن التمويل القاصر، وتفاقم مشكلة البيروقراطية، ونظام التمويل الحكومي العقيم.. على وشك أن تفضي جميعًا إلى إزهاق روح البحث العلمي الروسي.

مرّ عامٌ منذ أن أعلنت حكومة فلاديمير بوتن عن إصلاحات شاملة للأكاديمية الروسية للعلوم، مجرِّدًا إيّاها من استقلالها، فارِضًا عليها رقابة هيئة مدنيّة جديدة.

كيف تجري الأمور؟ ليس على ما يرام. من سوء الحظ أنّ بعض التوقُّعات المتشائمة للنقاد المحليين والدوليين بخصوص تقويض التغييرات الجديدة للبحث العلمي وإضعافها للعلوم الروسية تبدو على وشك التحقق.

يمكنني أن أتحدث من واقع كَوْني عضوًا بالأكاديمية، وأعمل بواحدٍ من معاهدها. تنتمي جميع معاهد الأكاديمية رسميًّا إلى الهيئة الفيدرالية للمؤسسات العلمية (FASO)، وهي الهيئة الحكومية التي أُنشئت لإدارتنا. تدير الهيئة الجانب التنظيمي والمالي، لكنّ مجلس رئاسة الأكاديمية ما زال يدير البحث العلمي، وهذا مزيج سخيف جدًّا.

وكجزء من دورها الجديد، تطلب الهيئة الفيدرالية للمؤسسات العلمية معلومات من علماء المعهد مثيرة للسخرية، إنْ لم تكن مأساوية.

يُطلَب منّا تحديدًا أن نخطِّط أبحاثنا. فعلى سبيل المثال.. كم عدد الأوراق البحثية التي سنخطُّها في العام الواحد؟ أو في غضون عامين؟ وما طبيعة الاكتشافات التي سوف نتوصل إليها في غضون عامين؟ واستنادًا إلى وعودنا، تخصِّص لنا الهيئةُ التمويلَ.

بالطبع كانت هناك زيادة ملحوظة في عدد الأعمال المكتبية، وهو ما بررته الهيئة الفيدرالية للمؤسسات العلمية بزعم أنها بحاجة إلى كل هذه الإجراءات البيروقراطية؛ كي تضمن لنا التمويل. تنقل الحكومة المخصصات المالية العلمية إلى الهيئة الفيدرالية للمؤسسات العلمية التي تقسمها فيما بين المعاهد للوفاء بالرواتب والبعثات والمعدات والأبحاث، وما إلى ذلك. وشأنها شأن أي مؤسسة بيروقراطية، تَوَدّ الهيئة الفيدرالية للمؤسسات العلمية أن تعرف ما ستحصل عليه كفاء لقاء عطاياها.

هذا لا يعني أن المخصصات المالية كبيرة، فهناك مِنَح ضخمة مزعومة لمشروعات علمية، لكن الأكاديمية تتلقى 30% من الميزانية التي تخصِّصها الحكومة للعلوم. أما ما يتبقى، فيُخَصَّص إلى منطقة الأعمال عالية التقنية بمدينة سكولكوفو Skolkovo، التي تقع على مقربة من العاصمة موسكو، ومعهد كورتشاتوف Kurchatov Institute (وهو مركز أبحاث وطني)، وغيرهما من الأماكن.

كان من الواضح أن العلوم الروسية بحاجة إلى إصلاح، لكنّ الموقف الآن سخيف. كان ينبغي على الحكومة أن تعزِّز الطريقة التي يتم بها تمويل العلوم باتباع النماذج الغربية، كالنموذج الأمريكي، والإنجليزي، والألماني. ففي هذه الدول، عندما تَوَدّ الدولة دعم العلوم، فإنها غالبًا ما تُعْطِي المالَ إلى هيئة علمية مستقلة؛ تقوم بدورها بتوزيعه على الباحثين، مسترشدةً بإرشادات المجتمع العلمي الأكثر شمولاً. ويعي العاملون بالهيئة طبيعة العلوم؛ ويفهمون أيّ الفِرَق بحاجة إلى دعم، وأيها كلامه أكثر مِنْ فِعْله.

في رأيي الشخصي، أرادت الحكومة تصفية الأكاديمية كجهة مانحة للآراء المستقلة. وبالطبع، فقد أرادت أيضًا أن تضع يديها على محفظة الممتلكات الضخمة للأكاديمية.

من الناحية التاريخية، تمتلك معاهدُ الأكاديمية والمراكزُ العلمية والمعاملُ كثيرًا من البِنَايَات. وكثير منها يقع في مناطق راقية؛ فمنها ما يقع في قلب موسكو، ومنها ما يستقر في قلب سانت بترسبرج. ومن المرجح أن الحكومة تريد أن تستغل هذه الممتلكات؛ لتحقيق أرباح خاصة بها. ولقد استحوذت بالفعل على بعض البنايات من مجلس رئاسة الأكاديمية، وخاصة على شارع لينينسكي Leninsky Prospect في موسكو، حيث سيطرت على طابقين كاملين.

ولقد تم إخطارنا بأنّ الأكاديمية، مُمَثَّلَةً فينا، لديها عام واحد للتأقلم مع النظام الجديد، لكن الهيئة الفيدرالية للمؤسسات العلمية ستكون الجهة المهيمِنة والمسيطِرة حقًّا في غضون ستة أشهر. فقد أعلنت بالفعل عن إلغائها 6000 منصب إداري بالأكاديمية بحلول عام 2018.

في السابق، عندما اضطُررت إلى السفر لحضور فعاليات علمية، كان مساعدي يأخذ جواز سفري إلى قسم بعينه مَعْنِيٍّ بالتعامل مع تأشيرتي وبطاقات سفري «تَذَاكِري». وكان هناك على الأقل 50 شخصًا يعملون بهذا القسم في موسكو، ولم أكن أعاني من أي مشكلات. ومؤخرًا، كان عليَّ السفر إلى فرنسا، وعندما اتصلت بذاك القسم، قيل لي إنه لم يبق سوى خمسة أشخاص يعملون به فحسب. أجريتُ ترتيبات السفر بنفسي، فأهدرتُ وقتًا كان يمكن أن أستثمره في أبحاثي.

قد لا تبدو هذه معضلةً، وصحيحٌ أنّ بعض العلماء ينفقون وقتًا مبالَغًا فيه في أكواخهم خلال الإجازة، لا في المعمل، ولكن السبب هو أننا لا نملك الكثير من المال لشراء معدات جيدة، وليس لدينا ما يكفي من المال للقيام برحلات ميدانية وبعثات علمية.

بالطبع عندما سقط الاتحاد السوفيتي، تخلَّى كثيرٌ من العلماء عن العِلْم، ورحلوا كلٌّ إلى كوخه الريفي، وانشغلوا بزراعة البطاطس والجزر؛ كي يجدوا ما يقتاتون عليه في الشتاء. الموقف الحالي ليس بشعًا جدًّا، لكنني أعلم أن كثيرًا من العلماء لديهم وظائف أخرى في أماكن أخرى، تَضْمَن لهم رزقًا كافيًا، لأنّ رواتبهم لا تكفيهم.

ويتجه بنا هذا الموقف تدريجيًّا إلى انهيار العلوم الروسية. فبعد الإعلان عن الإصلاحات مباشرةً، اتجه عدد كبير من العلماء الشباب والباحثين الذين بلغوا منتصف حياتهم المهنية بإمكاناتهم وعلاقاتهم مباشرة إلى الغرب أو الشرق. وهذا العدد في زيادة مستمرة، وهم يقضون وقتًا أطول بالخارج حاليًا. ومنذ ثلاث سنوات تقريبًا، قرَّر عددٌ أكبر من العلماء ألّا يرحلوا عن أرض الوطن فور زيادة رواتبهم بعض الشيء. وانحسرت هجرة العقول، لكنْ منذ ستة أشهر تَسَارَعَ مُعَدَّلُ هجرتها مجدَّدًا.

لم يَفُت الأوان على إنقاذ الموقف.. فأولًا، يجب أن تمنحنا الحكومة أموالاً أكثر، وثانيًا، يجب توزيع هذه الأموال تحت إشراف المجتمع العلمي.

أنا عالِم أحياء، وعلماء الأحياء يَعلمون أن بعض الحيوانات يعجز عن التكاثر في الأَسْر. والعلماء لا يختلفون عن تلك الحيوانات. إننا مبدعون، ونحتاج إلى ظروف يمكن لإبداعنا فيها أن يزدهر. ■

> إننا **مبدعون،** ونحتاج إلى ظروف يمكن **لإبداعنا** فيها أن يزدهر.

أليكسي يابلوكوف مستشار بالأكاديمية الروسية للعلوم في موسكو، وهو مستشار بيئي أسبق بإدارة الرئيس يلتسن. ويستند هذا المقال إلى مقابلة شخصية أُجريت مع كاتيا موسكفيتش.

البريد الإلكتروني: alexey.ablokov@gmail.com

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/jzxjjk

أضـواء على الأبحـاث

مقتطفات من الأدبيات العلميـة

علم السموم البيئية

مبيدات سامة آمِنة للنحل

يبدو أن المبيدات القائمة على مواد سامة من سم العنكبوت آمنة لنحل العسل؛ وهو مُلَقِّح مهم للمحاصيل. ومن المحتمل أن يحلّ هذا المبيد محل مبيدات حشرية أخرى تم حظرها مؤخرًا؛ بسبب آثارها الضّارة على النحل.

لقد غذَّت أنجهاراد جيتهاوس وزملاؤها ـ بجامعة نيوكاسل، المملكة المتحدة ـ نحل العسل الغربي (*Apis mellifera*)، أو حقنته بمبيدات حيوية تتألف من سموم عناكب متصلة ببروتين ناقل. ووجد الباحثون أن تأثير هذه المادة الكيميائية على وفيات النحل، وتعلُّمه، وذاكرته، كان ضئيلًا أو معدومًا.

ففي اليرقات، تَكَسَّر السُّم في الأمعاء، في حين أنه شقّ طريقه إلى الدماغ في النحل البالغ. ويقول الباحثون إن عدم وجود آثار يرجع إلى أن المركب ـ على الأرجح ـ لا يَسُدّ قنوات الكالسيوم في خلايا دماغ النحل، كما هو الحال في غيرها من الحشرات.

***Proc. R. Soc. B* 281, 20140619 (2014)**

DAVID L. HU/TIM NOWACK PHOTOGRAPHY

علم الحيوان

كيفية احتشاد النمل لبناء جسور

يحتشد النمل الناري معًا في أطواف وجسور من خلال تكوين كل نملة 14 اتصالاً في المتوسط مع النمل المجاور.

يشكل أفراد النمل (*Solenopsis invicta*) شبكات (في الصورة) لعبور الجداول والتعامل مع الفيضانات. ولدراسة بِنيَة الشبكات، جمَّد ديفيد هُوْ وزملاؤه – بمعهد جورجيا للتكنولوجيا في أطلنطا – كتلاً من النمل باستخدام النيتروجين السائل، وغلَّفوها بغِراء متبخر، ثم صوّروها باستخدام ماسح التصوير المَقْطَعِي المُحَوسَب المِجْهَرِي.

وجد فريق الباحثين أن النمل يمسك بعضه ببعض باستخدام وسادات لاصقة على أرجله، كما يميل لتوجيه نفسه بشكل عمودي مع الآخرين، بحيث يشغل النمل الأصغر المسافات بين النمل الأكبر؛ لزيادة عدد الروابط بينهم.

ويقول الباحثون إن النمل من شأنه أن يُلهِم تطوير الروبوتات والمواد الذكية التي تتجمع لتشكيل هياكل جديدة.

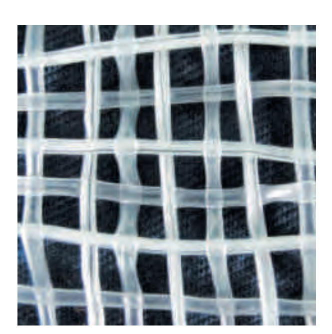
***J. Exp. Biol.* 217, 2089–2100 (2014)**

SCOTT LESLIE/MINDEN PICTURES/CORBIS

إلكترونيات

بطارية مطّاطة منسوجة في قماش

أدمج باحثون في الصين بطاريات أيون الليثيوم قوية نسبيًا في شكل أسلاك بداخل منسوجات، وهي خطوة نحو توفير مصادر طاقة أفضل



JING REN

للإلكترونيات التي يمكن ارتداؤها.

تُعَدُّ بطاريات أيون الليثيوم أقوى بشكل عام من أجهزة تخزين الطاقة الحالية التي يمكن ارتداؤها، لكنها قد تتعطل وتشتعل إذا تمدَّدت أو تشوَّهت أثناء الاستخدام. وقد تَغلَّب هويشينج بنج ويونج جانج وانج وزملاؤهما – بجامعة فودان في شنجهاي – على ذلك عن طريق دمج جزيئات نانوية أكثر أمنًا من أكسيد الليثيوم في خيوط أنابيب الكربون النانوية. وتم لَفّ هذه الخيوط – التي تُشكِّل أقطاب البطاريات – حول قطعة من نسيج قابل للتمدد، مما أنتج بنية مطاطة يمكن نسجها في أقمشة (**في الصورة**).

وقد أنتجت البطارية التي على شكل أسلاك 10 أضعاف الطاقة التي تنتجها بطاريات الليثيوم رقيقة الطبقات غير المطاطة لكل سنتيمتر مكعب، واحتفظت بنسبة 84% من طاقتها بعد مَطِّها200 مرة.

***Angew. Chem.* http://doi.org/f2r6pv (2014)**

الفيزياء

ساعة كَمِّيَّة عالمية مقترحة

ربما أصبحت مجموعة من الساعات الذرّيّة المرتبطة معًا باستخدام مبادئ الفيزياء الكَمِّيَّة هي الساعة الرسمية في العالم، الأكثر دقة وثباتًا من أي ساعة ذرّيّة موجودة اليوم.

فقد اقترح ميخائيل لوكين وزملاؤه – بجامعة هارفارد في كمبريدج، ماساتشوستس – الجمع بين ساعات ذرّيّة شديدة الدقة باستخدام التشابك الكمي؛ الذي يربط الحالات الكَمّيّة لجسيمات تفصلها مسافات كبيرة. وسوف يتيح تشبيك الساعات للعلماء الجمع بين القياسات بطريقة تُقلِّل من التداخل بشكل عام، مما يجعل الإشارة المجتمعة أكثر دقة. ويقول الباحثون إن الشبكة الفضائية الناتجة يمكن استخدامها لمزامنة معايير ضبط الوقت عالميًّا.

وسوف يتطلب بناء الساعة تحقيق إنجازات تكنولوجية؛ مثل تحسين استقرار إشارات الساعة المُرسَلة عبر غلاف الأرض الجوي المضطرب.

***Nature Phys.* http://doi.org/s7k (2014)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الفيروسات

مواد كيميائية تُنَشِّط فيروس نقص المناعة

من شأن المركَّبات التي تُعزِّز التباين في النشاط الجيني لفيروس نقص المناعة البشرية تنشيط الفيروس الكامن. وربما يسَّرت هذه العقاقير القضاء على عدوى فيروس نقص المناعة البشرية الكامن.

ففي المرضى، يمكن لفيروس نقص المناعة البشرية التواري من العقاقير المضادة للفيروسات في حالة كامنة لسنوات. وتؤدي التغيُّرات في التعبير الجيني لفيروس نقص المناعة البشرية ـ عندما يبلغ التعبير حدًّا معينًّا ـ إلى تفعيل فيروس نقص المناعة البشرية الكامن؛ مما يجعل الفيروس هدفًا للعقاقير. لذلك.. فَحَص ليور واينبرجر وزملاؤه ـ بجامعة كاليفورنيا في سان فرانسيسكو ـ مكتبة من جزيئات صغيرة، ووجدوا أكثر من 80 جزيئًا تُعدِّل من تقلُّبات التعبير الجيني لفيروس نقص المناعة البشرية. وحدَّدت "المركَّبات المعزِّزة للتباين" هذه ـ بالاشتراك مع مركَّبات التنشيط القائمة ـ نشاط الخلايا الكامنة المصابة بفيروس نقص المناعة البشرية أفضل من الأدوية الموجودة المنفردة، وكانت أقل سُمِّيَّة على الخلايا غير المصابة.

يمكن استخدام المواد الكيميائية التي تُعدِّل التباين الوراثي بالاشتراك مع أدوية أخرى مضادة للفيروسات في تنشيط فيروس نقص المناعة البشرية، وغيره من الفيروسات التي تدخل في حالة كامنة، وقتلها.

Science **http://doi.org/s4k (2014)**

علوم الكواكب

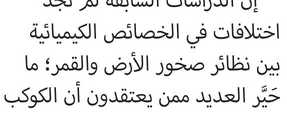
كوكبٌ سابق سَاعَد في تكوين القمر

تدعم الاختلافات الكيميائية الطفيفة بين الأرض والقمر فكرة أن القمر تَشَكَّل من بقايا كوكب سابق كبير، أو كوكب ناشئ، اصطدم بالأرض قبل 4.5 مليار سنة.

إن الدراسات السابقة لم تجد اختلافات في الخصائص الكيميائية بين نظائر صخور الأرض والقمر؛ ما حَيَّر العديد ممن يعتقدون أن الكوكب الناشئ لا بد أنه تَرَكَ أثرًا كيميائيًّا على القمر. فقد قاس دانيال هيرفارتز وزملاؤه ـ بجامعة كولونيا في ألمانيا ـ مستويات نظير الأكسجين-17 في مجموعة من صخور الأرض، ونيازك القمر التي سقطت على سطح الأرض (**في الصورة**)، وثلاث عينات قمرية جمعها روّاد فضاء. ووجدوا زيادة في الأكسجين-17 بمقدار 12 جزءًا لكل مليون في صخور القمر عن عيِّنات الأرض.

يقول الباحثون إن الكوكب الناشئ المتصادِم، المسمَّى "ثِيا" Theia ربما كان مماثلًا كيميائيًّا بما يكفي للأرض، على الأقل من حيث الأكسجين؛ مما يجعل من الصعب اكتشاف أي بصمة له على كيمياء القمر.

Science **344, 1146–1150 (2014)**





ADDI BISCHOFF/UNIV. MÜNSTER

علم الجليد

تَجَمُّد مياه الجليد الذائب تدفئ أنهارًا جليديّة

تتجمد المياه المتدفقة تحت الأنهار الجليدية في جرينلاند مُكوِّنة قِطَعًا كبيرة من الثلج، التي قد تشوِّه طبقات الجليد العليا، بل وترفع درجة حرارتها.

لقد استخدمت روبن بيل وزملاؤها – بمرصد لامونت دوهرتي للأرض التابع لجامعة كولومبيا، ومقره باليسيدس، نيويورك – بيانات رادار؛ لتحديد قِطَع الجليد السفلية في أنحاء شمال جرينلاند. ووجد الباحثون اعوجاجًا كبيرًا في الطبقات المحيطة بها، الأمر الذي عَزَوه إلى إعادة تجمُّد مياه الجليد الذائب أدناها.

وبالإضافة إلى ذلك.. عُثِرَ على قِطَع الجليد هذه في مناطق تدفق الأنهار الجليدية بها سريع. ويرى الباحثون أن الطاقة المنطلقة من مياه الجليد الذائب عندما تتجمد تزيد من درجة حرارة الجليد أعلاها، وبالتالي تُسرِّع من حركة الأنهار الجليدية نحو المحيط.

Nature Geosci**. http://doi.org/s7j (2014)**

السرطان

خلايا مناعية مُستهدَفَة في السرطان

في مرحلة مبكرة من تجربة إكلينيكية صغيرة، يبدو أن هناك جسمًا مضادًّا يُبطئ نمو الأورام؛ عن طريق خفض عدد الخلايا المناعية التي تُعزِّز السرطان في الأورام، وبالقرب منها.

تُعزِّز بعض الخلايا المناعية ـ المعروفة باسم البلعميّات ـ نمو الأورام، ويُنَظِّمُها بروتين CSF-1، ومُستَقبِلَه. وقد أنتجت كارولا ريس وزملاؤها بشركة روش Roche ـ ومقرها بنزبرج، ألمانيا ـ جسمًا مضادًّا يعوق هذا المُستَقبِل، واختبروه في سبعة مرضى يعانون من سرطان نادر في المفاصل. وجد الباحثون أن الجسم المضاد خَفَّضَ عدد البلعميات في أحد المرضى، بعدما أُخِذَت منه عيِّنة نسيجية حيّة، وقلَّص الأورام في خمسة آخرين. في الناس المصابين بأنواع أخرى من الأورام، خَفَّضَ الجسم المضاد أيضًا البلعميات المرتبطة بالورم، وغيَّر نسبة نوع آخر من الخلايا المناعية (الخلايا التائية)؛ كي تنضم إلى الخلايا التي تحارب الأورام.

يقول الباحثون إن استهداف البلعميات ـ بالاشتراك مع غيرها من العلاجات الكيماوية أو المناعية ـ من شأنه تحسين العلاج، لكن ثمة حاجة إلى إجراء مزيد من التجارب على البشر.

Cancer Cell **http://doi.org/s3m (2014)**

إدراك الحيوان

دماغ الغراب يَـتَـذَكَّر الصور

قد تكون القدرات المعرفية الاستثنائية للغربان جزئيًّا نتيجةً لِبِنْيَة دماغ الغراب، الذي يمكنه الاحتفاظ بالمعلومات البصرية مؤقتًا.

ولمعرفة ما إذا كان لدى الغربان سِمات ذاكرة عاملة - وهي القدرة على تَذَكُّر المعلومات لمهام في المستقبل - درَّب أندرياس نيدر وزملاؤه ـ بجامعة توبنجن، ألمانيا ـ أربعة غربان آكِلة للجِيَف (*Corvus corone*، **في الصورة**) في مهمة تتطلب منها أن تتذكر صورًا بعد رؤيتها للمرة الأولى بثانية واحدة. وخلال هذه المهمة، سجَّل الباحثون نشاط 662 عصبونًا فرديًّا في منطقة من الدماغ، تُسمى "*nidopallium caudolaterale*"، يُعتَقد أنها تُناظِر قشرة الفص الجبهي في الثدييات؛ وهي المنطقة المعنيَّة بمهارات التفكير العليا.

يبدو أن العصبونات تُرمِّز المعلومات بشأن الصورة، وتحفظها خلال فترة التأخير الزمني هذه، مما يشير إلى أن منطقة الدماغ هذه تشارك في العنصر البصري من الذاكرة العاملة.

J. Neurosci**. 34, 7778 –7786 (2014)**

LIFE ON WHITE/PHOTODISC/GETTY

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من خلال:
www.nature.com/latestresearch

اختيـــار المجتـــمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

حيوانات التجارب تثير جدلًا

تستضيف وسائل الاعلام الاجتماعية الجولة الأخيرة من النقاش الدائر حول الدراسات الطبية التي تنطوي على حيوانات. فقد جادل عَالِم الأوبئة مايكل بريكن – من جامعة بيل – ومتخصصة الاجتماع الطبي في المملكة المتحدة باندورا باوند، اللذان يكتبان في المجلة الطبية البريطانية، بأن الكثير من التجارب على الحيوانات لدراسة علاجات طبية مُصَمَّمَة بشكل سيئ، ودعا الباحثان إلى استخدام أفضل للمراجعات المنهجية لتعظيم الاستفادة منها. وكتبت لِيني فيركويجن – متخصصة علم الأوبئة الإكلينيكية في المركز الطبي بجامعة أوتريخت في هولندا – في تغريدة عن "عدم وجود أدلة منهجية كافية للفوائد الإكلينيكية من البحوث الحيوانية". لكن الصيدلي فرناندو مارتينز دو فال، من جامعة لشبونة، أشار ـ في رسالة إلى الدوريّة ـ إلى أن البحوث الحيوانية أفادت الطب؛ وأدّت إلى "اكتشافات إبداعية في مجالات علم وظائف الأعضاء، والكيمياء الحيوية، وعلم العقاقير، وعلم الوراثة".

Pound, P. & Bracken, M. B. *Br. Med. J.* 348, g3387 (2014)



استنادًا إلى بيانات موقع altmetric.com، فموقع Altmetric مدعوم من قِبَل ماكميلان للعلوم والتعليم، التي تمتلك مجموعة "*Nature*" للنشر.

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر:
www.nature.com/hyvsvi

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

RICHARD ELLIS/ALAMY



سلوك الحيوان

بوصلة مغناطيسية تُوَجِّه فراشات

في الأيام الملبَّدة بالغيوم، تستخدم الفراشات الملكية بوصلةً مغناطيسية؛ لتجد طريقها تجاه الجنوب، مما يجعلها واحدة من بين عدد قليل من الحشرات المهاجرة المعروفة باستشعار المجال المغناطيسي للأرض.

تستخدم الفراشات الملكية من شرق أمريكا الشمالية (*Danaus plexippus*؛ في الصورة) الشمس لإرشادها من جنوب كندا والولايات المتحدة باتجاه المكسيك، لكنها لا تزال تواصل الطيران في الاتجاه الصحيح في الأيام الغائمة. وقد درس ستيفن ريبرت وزملاؤه ـ بكلية الطب في جامعة ماساتشوستس في ورشستر ـ الفراشات في جهاز محاكاة التحليق بداخل مجال مغناطيسي اصطناعي. وجد الباحثون أن الفراشات غيَّرت اتجاه طيرانها عندما غيَّروا المجال المغناطيسي، ولكنْ فقط عندما تعرضت الحشرات لأطوال موجيّة معينة من الضوء.

يقول الباحثون إن قرون استشعار الحشرات ربما تمتلك مستشعرات مغناطيسية، مضيفين أن التشويش الكهرومغناطيسي الذي يتسبب فيه الإنسان قد يعطِّل هجرة الفراشات.

***Nature Commun*. http://dx.doi.org/10.1038/ncomms5164 (2014)**

عِلْم الكواكب

وَصْفَةٌ تكوِّن مياهًا سائلة على المرِّيخ

يمكن أن يتكون الماء السائل مؤقتًا على سطح المريخ في أماكن وجود الأملاح والجليد.

استخدم فريق من الباحثين بقيادة إريك فيشر ـ من جامعة ميتشيجان في آن أربور ـ غرفةً خاصة لمحاكاة الظروف البيئية لكوكب المريخ. وضع الباحثون طبقة رقيقة من حبيبات الملح ـ مماثلة لتلك الموجودة على سطح المريخ ـ في غرفة، وعرَّضوا الملح لجليد؛ من أجل محاكاة المنطقة القطبية في المريخ. ومن ثم، ذاب الجليد في غضون دقائق.

يقول الباحثون إن لهذه النتائج آثار على وجود الحياة على المريخ، مشيرين إلى أن هناك أنواعًا من البكتيريا يمكنها النمو في المياه المالحة.

***Geophys. Res. Lett*. http://doi.org/tfj (2014)**

علم بيولوجيا الأوعية

طفراتٌ تَقِي من أمراض القلب

وجد فريقان بحثيان طفرات جينيّة نادرة، مرتبطة بنقص مستويات الدهون في الدم، وانخفاض خطر الإصابة بأمراض القلب.

يرمز الجين APOC3 لبروتين يزيد من مستويات الجليسريدات الثلاثية في الدم، وهي عامل خطر معروف لأمراض القلب. ومن ثم، عيّنت آن تيبارج هانسن وزملاؤها ـ بمستشفى جامعة كوبنهاجن ـ تسلسل مناطق ترميز البروتين في الجين في أكثر من 10 آلاف شخص، ووجدوا ثلاث طفرات نادرة مقترنة بانخفاض مستويات الجليسريدات الثلاثية في الدم. حلَّل الباحثون هذه الطفرات في 65 ألف شخص إضافي؛ ووجدوا أن مخاطر الإصابة بأمراض القلب والسكتة الدماغية أقل بنسبة 36 - 41% في الذين لديهم أيّ من الطفرات، من الأشخاص الذين ليس لديهم أيّ منها.

وعيَّن سيكاركريسان وزملاؤه- بمعهد "برود" في كمبريدج، ماساتشوستس - تسلسل مناطق ترميز البروتين فيما يقرب من 20000 جين في أكثر من 3500 مشارك؛ وتوصَّلوا إلى 4 طفرات في الجين نفسه، لها آثار مماثلة.

تشير النتائج إلى أن خفْض مستويات الجليسريدات الثلاثية في الدم قد يقي من أمراض القلب.

***N. Engl. J. Med*. http://doi.org/s98; http://doi.org/s97 (2014)**

علم الأعصاب

دوائر الدماغ التي تحفِّز السلوك الاجتماعي

عَيَّن علماءُ أعصاب موقعَ مجموعة محددة من العصبونات التي تربط منطقتين في الدماغ، وتنظِّم السلوك الاجتماعي في الفئران.

استخدم كارل ديسيروث وزملاؤه ـ بجامعة ستانفورد في ولاية كاليفورنيا ـ مجموعة متنوعة من التقنيات؛ لتحديد الدوائر الدقيقة المشارِكة في السلوكيات التي اتخذتها الفئران عندما واجهت فأرًا، أو جسمًا غير مألوف. وجد فريق الباحثين أن نشاط الخلايا في المنطقة السقيفيّة (الغشائية) البطنية من الدماغ زاد أثناء استكشاف كُلّ من الفأر والجسم الغريبين. كذلك زاد تحفيز استثارة خلايا المنطقة السقيفيّة البطنية، التي تمتد بداخل منطقة النواة المستلقية، من استكشاف الحيوانات لرفيقها الجديد، ولكن ليس للجسم. ويبدو أن الفئران تستخدم هذه الدوائر أيضًا في الاستكشاف الاجتماعي الطبيعي.

يقول الباحثون إن دراسة دوائر الدماغ المشارِكة في السلوك الاجتماعي ـ وليست الجزيئات فحسب ـ ربما تؤدي إلى رؤية جديدة لبعض الاضطرابات العصبية النفسية.

***Cell* 157, 1535–1551 (2014)**

علم المناخ

الاحترار قد يعزِّز تلوث الهواء

قد يؤدي تغيُّر المناخ إلى زيادة تلوث الهواء في المناطق الأكثر اكتظاظًا بالسكان، وذلك بفضل زيادة ركود الكتل الهوائية، مما يسمح بتراكم ملوثات، مثل الأوزون منخفض الارتفاع.

استخدم فريق من الباحثين بقيادة دانيال هورتون ـ من جامعة ستانفورد في ولاية كاليفورنيا ـ نماذج مناخيّة لدراسة كيفية إنتاج هواء راكد بواسطة ظاهرة الاحتباس الحراري، عن طريق تغيير أنماط دوران الغلاف الجوي، وهطْل الأمطار. تتنبأ النماذج بزيادة ركود الهواء في الفترة المتبقية من هذا القرن في

ERIC REED/ZUMA PRESS/CORBIS



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

معظم أنحاء المناطق المداريّة وشبه المداريّة. فعلى سبيل المثال.. قد تعاني مساحات شاسعة من الهند (**في الصورة**) والمكسيك زيادة في "أيام ركود الهواء"، وأحداث ركود أطول أمدًا.
هذا وتُعَدّ المناطق الأكثر تعرضًا للخطر موطنًا لقرابة 55% من سكان العالم.

Nature Clim. Change **http://doi.org/tch (2014)**

علم البيئة

حبوب لقاح الأرز تنتقل إلى مسافات طويلة

يمكن لحبوب لقاح الأرز الانتشار أبعد مما اقترحته دراسات سابقة، وذلك بفضل التلقيح غير الذاتي للمحاصيل عبر أنواع عديدة من الحشرات.
كان يُعتقَد أن تلقيح الأرز يتم ذاتيًّا في الأساس، لكنّ شيويه-شين تشن وزملاؤه ـ بجامعة تشجيانج في مدينة هانجتشو، الصين ـ أجروا دراسة استقصائية لمدة عامين على حقول الأرز في أنحاء الصين، ووجدوا أن مئات الأنواع من الحشرات تتردد على زهور الأرز، وتحمل حبوب لقاحه. اشتملت هذه الحشرات على نحل العسل الأوروبي *Apis mellifera*، الذي نقل حبوب لقاح قابلة للنمو لأكثر من 500 متر من مصدرها. وأظهرت دراسة ميدانية مدتها ثلاث سنوات على الأرز المعدَّل وراثيًّا أنّ النحل يعزِّز تدفق الجينات، لكن نسبة البذور غير المعدَّلة التي تحتوي على جين التحوير كانت أقل من 1%.
قد تكون لهذه النتائج آثار على محاولات السيطرة على انتشار جينات أنواع الأرز المعدَّلة وراثيًّا.

J. Appl. Ecol. **http://doi.org/tfg (2014)**

MUSTAPHA JAMAL/GRACIAS LAB. JHU

علم الفلك

كويكب يَلُوح في الأفق

حَدَّد علماء فلك كويكبًا صغيرًا بما يكفي، يُحتمَل أن يكون مناسبًا لمهمة وكالة "ناسا" المعنيّة بالتقاط جُرْم مثل هذا.
تعتزم وكالة "ناسا" استخدام مركبة فضائية روبوتيّة، إمّا لاصطياد كويكب صغير، أو التقاط صخرة من كويكب أكبر، قبل سَحْب الجُرْم إلى مدار قمري لدراسته. دَرَّس مايكل مومرت وزملاؤه ـ بجامعة ولاية أريزونا الشمالية في فلاجستاف ـ الكويكب 2011MD باستخدام كاميرا الأشعة تحت الحمراء على متن تليسكوب سبيتزر الفضائي التابع لوكالة "ناسا". وقدَّر فريق الباحثين عرض الجُرْم الصخري بستة أمتار فقط، وأنه مساميٌّ بشكل ملحوظ؛ حيث يمثل الفراغ قرابة 65% من حجمه، وكأنه كومة من الحصى.
إن كتلة وكثافة 2011MD تجعل منه مرشحًا صالحًا لبعثةٍ هدفها التقاط كويكب كامل، وهو المرشح الثالث الذي تم تحديده حتى الآن.

Astrophys. J. Lett. **789, L22 (2014)**

الكيمياء العضوية

ميكروبات تساعد في التركيب

يمكن استغلال عملية التمثيل الغذائي بكائنات حية في المساعدة على بناء جزيئات صغيرة، وذلك وفقًا لما وَرَد عن فريق بحثي من جامعة هارفارد في كمبريدج، ماساتشوستس.
يستخدم كيميائيون الإنزيمات الميكروبية بشكل روتيني كمحفزات، لكنّ إميلي بولشكِس وزملاءها استخدموا بكتيريا *Escherichia coli* معدَّلة وراثيًّا كمصدرٍ لكاشف، بدلًا من ذلك. فقد جَمَعَ الباحثون بين محفّز قائم على عنصر البلاديوم والهيدروجين المُولَّد من بكتيريا *E. coli*؛ لإضافة الهيدروجين الناتج عنهما إلى مجموعة متنوعة من الألكينات (تحتوي على ذرات كربون مزدوجة الروابط).
وعلى الرغم من أن التفاعل لم يكن بقدر فعالية الأساليب التقليدية، يمكن للنهج أن ينتج جزيئات لا يمكن تصنيعها باستخدام الكيمياء الحيوية وحدها، وفق رأي الباحثين.

Angew. Chem. **http://doi.org/f2sbt2 (2014)**

علم المواد

أداة ذاتيّة الطَّيّ تلتقط خلايا فردية

ربما كانت قوابض صغيرة قائمة على السيليكون، ويمكنها التقاط خلايا فردية باستخدام أذرع ذاتية الطَّيِّ، مفيدةً في تجارب بيولوجية.
صَنَعَ ديفيد جراسياس وزملاؤه ـ بجامعة جونز هوبكنز في بالتيمور، ميريلاند ـ أدوات الالتقاط (**في الصورة**) من مواد متوافقة حيويًّا؛ كأول أكسيد السيليكون، وثاني أكسيد السيليكون. تتراوح الأدوات في الطول بين 10 و70 ميكرومترًا عندما تكون مفتوحة، وتمتلك ثلاث أو أربع أذرع تنثني تلقائيًّا حول حمولتها. وكانت القوابض قادرة، عندما ارتبطت بركيزة، على الإمساك بخلايا فردية لفأر دون قتلها. وعندما عملت بشكل حُرّ؛ أمكنها أيضًا التقاط خلايا الدم الحمراء في محلول.
يقول الباحثون إنه من المحتمَل استخدام القوابض بداخل الجسم الحي للإمساك بخلايا مريضة، على سبيل المثال.

Nano Lett. **http://doi.org/tdv (2014)**

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

إرث سانجر يثير ثرثرة رقميّة

الراحل فريد سانجر، الشهير بأبحاثه التي نال عنها جائزتين من جوائز "نوبل" في الكيمياء، هو حاليًّا أحد مشاهير وسائل التواصل الاجتماعي أيضًا، وذلك بفضل بحث أجراه عالِم الجينوم ستانلي فيلدز، الذي يعمل بجامعة واشنطن، سياتل. لقد قادت الفجوات في سِجِلّ نشر سانجر لأبحاثه زميله الحائز على جائزة "نوبل"، سيدني برينر، للتفكير في وقت سابق من هذا العام أن سانجر لم يكن ليحصل على أموال لإجراء الأبحاث في ظل معايير التمويل الصارمة اليوم، لكن فيلدز يجادل بأنّ عبقرية مثل سانجر كانت ستزدهر. وهذا لم يُطَمْئِن مجتمع "تويتر" تمامًا، فقد كتب فرانسوا جولد ـ وهو عالِم إحاثيّ في جامعة شمال شرق أوهايو الطبية ـ في تغريدة قائلًا: "أنا أُقَدِّر حرفيَة تناول هذا المقال لقضية معقدة، لكن لا تزال المشكلة قائمة.. فمُعْظَمنا ليس فريد سانجر".

Genetics **197, 435–439 (2014)**



استنادًا إلى بيانات موقع altmetric.com، فإنّ موقع Altmetric مدعوم من قِبَل ماكميلان للعلوم والتعليم، التي تمتلك مجموعة "*Nature*" للنشر.

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر:
www.nature.com/hlojlr

علم الأحياء الدقيقة

ميكروبات معدَّلة تعزِّز فقدان الوزن

يساعد تناول بكتيريا معدَّلة وراثيًّا الفئرانَ السمينة على إنقاص الوزن؛ عن طريق تغيير عملية الأيض بها.
فقد قام شون ديفيس وزملاؤه ـ بجامعة فاندربيلت في ناشفيل بولاية تينيسي ـ بتعديل بكتيريا Escherichia coli وراثيًّا؛ لإنتاج مواد كيميائية تُسمَّى NAPEs، يحوِّلها الجسم إلى دهون تعطي إشارةً بالشبع. وعندما أعطى الباحثون هذه البكتيريا للفئران في نظام غذائي عالي محتوى الدهون؛ أكلت الحيوانات كميات أقل؛ واكتسبت وزنًا أقل، وكانت أكثر حساسية للإنسولين من الفئران التي لم تتغذَّ على البكتيريا. استمرت هذه الآثار لمدة أربعة أسابيع على الأقل بعد إزالة البكتيريا من مياه شرب الحيوانات، مما يوحي بأن الميكروبات اندمجت في مجموعة جراثيم الأمعاء. ويقول الباحثون إن هذا النهج يمكن استخدامه كعلاج طويل الأمد لحالات مزمنة، مثل السمنة.

J. Clin. Invest. http://doi.org/tf4 (2014)

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من خلال:
www.nature.com/latestresearch

ثلاثون يومًا موجز الأخبار

سياسات

قرار رئاسيّ

سيتم تعيين رؤساء الجامعات وعمداء الكليات والمعاهد في الجامعات المصرية بقرار من رئيس الجمهورية، بدلًا من الانتخاب، وذلك وفقًا للقانون الذي صدر في 24 يونيو الماضي عن الرئيس المنتخَب عبد الفتاح السيسي، الفائز بالانتخابات الرئاسية التي أُجريت في مايو الماضي. هذا القانون يلغي التغييرات القانونية التي حدثت إبان ثورة يناير 2011، التي لم تدم طويلًا، حيث كانت قد مَنحت أعضاء الكليات حق اختيار رؤساء جامعاتهم وعمداء كلياتهم عن طريق الانتخاب. وفي الغالب، سيتم اختيار الرؤساء الجدد قبل بدء العام الدراسي القادم في سبتمبر المقبل. وقد أعرب رافضو القرار عن قلقهم من أن يشكِّل ذلك تعدِّيًا على استقلال الجامعات.

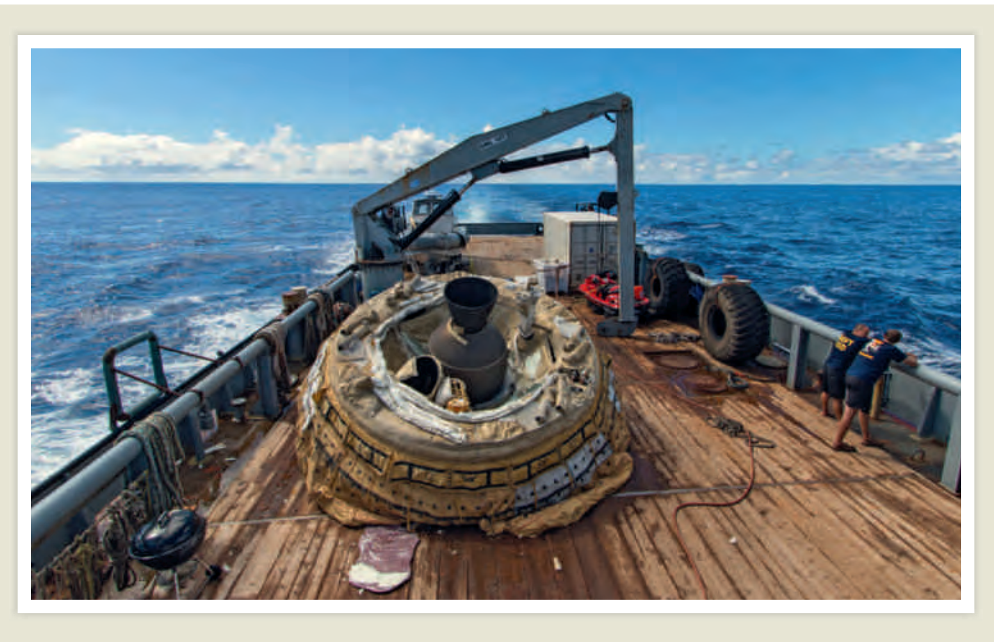
الحَدّ من الوقود الحيوي

بحلول عام 2020، سيتحتم تقليص نسبة الوقود الحيوي المصنوع من المحاصيل إلى 7% فقط من إجمالي الوقود المُستخدم في وسائل النقل في الاتحاد الأوروبي، حسبما اتفق عليه الوزراء الأوروبيون في الثالث عشر من يونيو الماضي. هذه النسبة أكثر سخاءً من الحد الأقصى –الذي يساوي 5%- الذي اقتُرح في البداية من قِبل المفوضية الأوروبية، لكنها تنتظر تصويت البرلمان الأوروبي المُنتخب حديثًا. حذر العلماء منذ مدة طويلة من أن الوقود مثل وقود الديزل الحيوي المصنوع من زيت النخيل يمكن أن ينتج انبعاثات كربون أكثر من الوقود الأحفوري الذي يحلُّ محلَّه (انظر *Nature* **499**, 13–14; 2013).

أبحاث

الوجهة إلى المريخ

لإحياء البرنامج الأمريكي المتوقف لرحلات الفضاء المأهولة، يتوجب على "ناسا" رسم مسار للمريخ، حسب ما تقوله الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم في تقرير نُشر في الرابع من يونيو الماضي. حدد التقرير خططًا لهبوط البشر على سطح المريخ في وقت ما بين عامي 2037، و2050، بتكلفة تبلغ مئات المليارات من الدولارات. كما انتقد التقرير الاستراتيجية الحالية للوكالة بالسعي لزيارة كويكب وُضِع في مدار حول القمر، محذِّرًا من أنها ستنتهي إلى "فقدان التصوّر الدولي الراسخ بأن رحلات الفضاء المأهولة هو ما تُحْسِن الولايات المتحدة القيام به". وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/wp4zdl



NASA/JPL-CALTECH

معدات الهبوط على سطح المرِّيخ

اختبرت محطة الفضاء الأمريكية "ناسا" بنجاح معدات الهبوط التي سيتم استخدامها في المركبة الفضائية المتجهة نحو المريخ. وقد تمَّ تصميم مخفِّف السرعة قليل الكثافة ـ الأسرع من الصوت، الذي يشبه الصحن (يظهر بالصورة) ـ لكي يهبط بأحمال كبيرة من الأمتعة والمواد المطلوبة للرحلات البشرية طويلة الأمد إلى الكوكب الأحمر. فقد انطلق من مركز تحديد مدى المقذوفات بالمحيط الهادئ ـ التابع للبحرية الأمريكية في كوواي بولاية هاواي ـ في 28 يونيو الماضي، معلَّقًا بمنطاد بحثي. وعند الوصول الى ارتفاع 36,600 متر فوق سطح المحيط الهادئ، انفصلت معدات الهبوط، وشرعت في رحلة طيران مزوَّدة بالطاقة، لترتفع 55,000 متر من قبل أن تبدأ مرحلة الهبوط نحو المحيط. تستخدم في ذلك نوعًا جديدًا من الباراشوت، وحلقة قابلة للنفخ، مصنوعة من ألياف كيفلر الاصطناعية؛ لتخفيف سرعة الهبوط. يُذكَر أنه تم إدراج اختبارين آخرين؛ لإجرائهما في مطلع العام القادم.

علم وراثة الغابات

هناك بلدان عديدة لا تعرف القدر الكافي من المعلومات عن البِنْيَة الوراثية للأشجار التي تنمو في غاباتها المحلية، وذلك حسبما ورد في تقرير من منظمة الأغذية والزراعة، التابعة للأمم المتحدة. ذكر التقرير أن الدول الـ86 التي أسهمت في تحليل المعلومات الوراثية قدمت حوالي 600 نوع فقط من إجمالي 100,000 من الشجيرات والأشجار التي تنمو حول العالم. دعت المنظمةُ في تحليلها ـ الذي صدَر تحت عنوان "وضْع الموارد الوراثية لغابات العالم"، ونُشر في الثالث من يونيو الماضي ـ الحكومات إلى تحسين جمْع البيانات، وإجراء البحوث؛ للمساعدة في التعامل مع أنواع الأشجار.

هابل يبحث عن كوكب

بدأ تلسكوب هابل الفضائي في البحث عن كوكب جليدي في النظام الشمسي الخارجي؛ بحيث تتمكن مهمة نيو هورايزون التابعة لـ"ناسا" من زيارته بعد مرورها بالقرب من بلوتو في يوليو عام 2015. جرى الإعلان عن البحث في السادس عشر من يونيو الماضي من قبل لجنة "ناسا" التي تُخصِّص توقيت رصد تلسكوب هابل. لم يتمكن العلماء من تحديد مُرشَّح مناسب في حزام كويبر باستخدام التليسكوبات الأرضية، ويأملون في أن تمنحهم قدرة هابل في سبر الفضاء رؤيةً أفضل. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/nayaec

انتشار فيروس HIV

توصّلت أول وأكبر دراسة أُجريت على منطقة الشرق الأوسط وجنوب أفريقيا إلى أن فيروس نقص المناعة البشرية HIV يزداد انتشاره بين مَنْ يتعاطون المخدرات عن طريق الحَقْن في ثلث بلاد المنطقتين المذكورتين، التي يُقدَّر عددها بثلاثة وعشرين بلدًا، حيث أظهرت البيانات التي نُشرت في 17 يونيو الماضي أن أكبر

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

انتشار لفيروس نقص المناعة على مستوى العالم يكون بين مَنْ يتعاطون المخدرات عن طريق الحقن (.G. R Mumtaz *et al*. *Plos Med*. http//doi.Org/tcf; 2014)، ففي طرابلس ـ عاصمة ليبيا ـ على سبيل المثال، نجد أن أكثر من 87% ممن يتعاطون المخدرات عن طريق الحقن مصابون بالمرض. كما يوجد بالمنطقة ما يقرب من مدمنين اثنين لكل ألف بالغ، وهو رقم مشابه لما هو عليه الحال في مناطق أخرى من العالم. وتقول الدراسة إن السلوكيات التي تزيد من نسبة الإصابة بالمرض، مثل مشاركة أكثر من شخص للإبرة ذاتها، وانخفاض نِسَب استخدام الواقي الذكري، قد تزيد من تفشِّي المرض.

تمويل

انتعاش الجرافين

تَضَاعَفَ حجم الإسهام في مبادرة أبحاث الجرافين الأوروبية Graphene flagship في 23 يونيو الماضي، بسبب إعلان المفوضية الأوروبية عن انضمام 66 شريكًا إلى المبادرة، التي تُقَدَّر تكلفتها بمليار يورو (1.4 مليار دولار). كما تم الإعلان عن تقديم جوائز مالية لعام 2015-2014، تُقَدَّر بتسعة ملايين يورو، حيث سيتم اختيار 21 مشروعًا من بين المشروعات المقدَّمة؛ لمَنْحها الجوائز. وسوف يعمل الباحث الحكومي والباحث الحر معًا في المبادرة ـ التي ستستمر لقرابة العقد ـ لتسويق الجرافين، وهي مادة من الكربون، سُمْكها يعادل سُمْك ذَرَّة واحدة.

منشآت

إنقاذ تليسكوب

تم إعطاء تليسكوب الستراتوسفير الفلكي للأشعة تحت الحمراء "صوفيا" SOFIA - أكبر تليسكوب طائر في العالم - فرصة جديدة للعمل، وذلك في الخامس من يونيو الماضي، حيث صوّت مجلس الشيوخ الأمريكي على إعطاء مبلغ 87 مليون دولار للسنة المالية 2015، ثمنًا لطائرة من طراز "بوينج" 747 مُعدّلة، تحمل التليسكوب الذي يبلغ طوله 2.5 متر. إنّ هذه الدفعة التمويلية يمكنها إنقاذ "صوفيا"؛ وكانت وكالة "ناسا" قد اقترحت في شهر مارس الماضي إلغاء المشروع بشكل فعلي، بسبب ارتفاع تكاليف تشغيله. ومن الجدير بالذكر أن "صوفيا" هو مشروع مشترك مع مركز الفضاء الألماني، وبدأ تشغيله بكامل طاقته في فبراير الماضي. ويتحتم الآن موافقة مجلس الشيوخ ومجلس النواب على الميزانية.

تقرير رايكن

أوصت لجنة مستقلة بإغلاق مركز رايكن RIKEN لعِلْم الأحياء التنموي في كوبي، اليابان؛ بسبب دوره في نشر بحثين مشبوهين في دورية *Nature*. كان من المفترض أن يصف البحث قيد المُساءلة طريقة جديدة لتوليد الخلايا الجذعية الجنينية، ولكن وُجِد أن الأبحاث شملت صُورًا مُكرّرة ومغالطات أخرى. في الثاني عشر من يونيو الماضي، صرّحت لجنة النظر في سوء السلوك العلمي لمؤتمر صحفي



ASAHI SHIMBUN VIA GETTY

(**في الصورة**، تتحدث تيرو كيشي مع رئيس اللجنة) بأنها وجدت عيوبًا هيكليّةً في إدارة مركز كوبي، ودعت إلى حلِّه. رايكن تُخطِّط لإصلاحات هيكلية وتعتزم الطعن على الحكم.

رقم قياسي لصاروخ

سجَّل الصاروخ الروسي دِنِيْبر Dnepr رقمًا قياسيًّا بانطلاقه نحو الفضاء في التاسع عشر من يونيو الماضي، حاملًا على متنه ثلاثة وثلاثين قمرًا صناعيًّا دفعةً واحدةً. فقد حُمِّلَ بحمولات خاصة بسبع عشرة دولة، منها سفينة فضائية للاستشعار عن بُعْد، مملوكة لإسبانيا وكازاخستان، ومعدات لإنجاز مهمة أمريكية سعودية؛ لاختبار تكنولوجيا خاصة بلاقطات الموجات الثقاليّة، ومِجَسَّان يابانيّان للمراقبة البيئية حول محطات الطاقة النووية. كما أرسلت شركة بلانِت لابز Planet Labs في سان فرانسيسكو بولاية كاليفورنيا إحدى عشرة مركبة ضمن خطتها لإرسال مئة قمر صناعي؛ لتصوير كوكب الأرض.

أحداث

ظاهرة إلنينو.. قادمة

صرَّحت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية يوم 26 يونيو الماضي بأنّ فُرَص حدوث ظاهرة إلنينو المناخية بنهاية شهر أغسطس الجاري تصل إلى نسبة 60%، وإلى 80% بنهاية شهر ديسمبر. وظاهرة إلنينو المعروفة تؤدي إلى حدوث ارتفاع في درجة حرارة سطح المياه في المنطقة الاستوائية الشرقية والوسطى من المحيط الهادئ، وتؤثر على حالة المناخ في جميع أنحاء العالم، كما تُحْدِث موجات من الجفاف والفيضانات. حدثت ظاهرة إلنينو السابقة في عامي 2009، و2010، ولكنها كانت متوسطة الشدة بشكل عام، إلا أن العلماء يرون أن الوقت مازال مبكرًا جدًّا للتنبؤ بقوة ظاهرة إلنينو، التي يبدو أنها على وشك الحدوث.

وَقْف حَفْر آبار

أعلنت شركة النفط الدولية "سوكو" SOCO في الحادي عشر من يونيو الماضي أنها ستعلق الاستكشافات في حديقة فيرونجا الوطنية في جمهورية الكونجو الديمقراطية. فيرونجا هي أقدم حديقة وطنية في أفريقيا، وتعد موطنًا للغوريلا الجبلية المُهدّدة بالانقراض (*Gorilla beringei beringei*). جاءت هذه الخطوة بعد أن قدمت جماعات الحفاظ على البيئة التي يقودها الصندوق العالمي للطبيعة شكوى إلى منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية. وقد وافقت سوكو -ومقرها لندن- على عدم الحفر في الحديقة، أو في أي موقع آخر يحمل شعار "التراث العالمي" من قِبَل منظمة الأمم المتحدة.

جوائز

جائزة الرياضيات

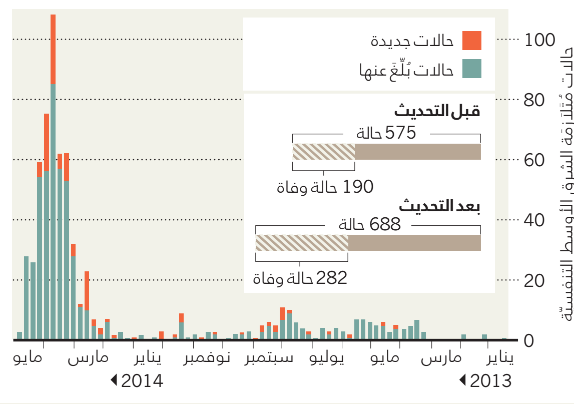
فاز خمسة أشخاص بالجائزة الافتتاحية لجوائز الإنجاز العلمي في الرياضيات Breakthrough Prize in Mathematics في 23 يونيو الماضي. وتُقَدَّر قيمة الجائزة الواحدة بثلاثة ملايين دولار. وهي جائزة مخصَّصة للأعمال المتميزة، التي يتداخل فيها مجالا الرياضيات البحتة والفيزياء النظرية. من ضمن رعاة هذه الجوائز الخيرية: الملياردِيران الشهيران يوري ميلنر، الرائد في مجال الإنترنت، ومارك زوكربيرج، المشارِك في تأسيس شبكة التواصل الاجتماعي "فيسبوك". للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/yijkrc

مراقبة الاتجاهات

إنّ معدَّل الوفيات للحالات المصابة بمُتلَازِمَة الشرق الأوسط التنفسيّة (MERS) التي يُسببها الفيروس التاجي في المملكة العربية السعودية هو 41%، وليس 33%، وفقاً للأرقام الصادرة في الثالث من يونيو الماضي. هذا.. وقد ذكرت وزارة الصحة في البلاد ـ التي أقالت نائب وزير الصحة، زياد مميش، في اليوم السابق، الذي كان الشخصية الرئيسة في جهود البلاد لاحتواء الفيروس ـ أنها حددت 113 حالة إضافية بأثر رجعي، وأعلنت "معايير جديدة" للإبلاغ عن المرض. ومن بين 815 حالة مُبَلَّغ عنها، لإصابتها بمُتلَازِمَة الشرق الأوسط التنفسيّة في جميع أنحاء العالم في الرابع من يونيو الماضي، كانت نسبة 84% من الحالات في المملكة العربية السعودية.

المملكة العربية السعودية تكتشف حالات جديدة للفيروس التاجي

تقارير وزارة الصحة تكتشف 113 حالة إضافية بأثر رجعي لمُتَلَازِمَة الشرق الأوسط التنفسيّة (MERS) التي يُسببها الفيروس التاجي - توفي من هذه الحالات 92 حالة.



SOURCE: MINISTRY OF HEALTH, SAUDI ARABIA

أخبـــار في دائرة الضوء

الزراعة النزاع القانوني حول المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا يُحْدِث صَدْعًا في البلاد **ص. 23**

الطب التجديدي رَفْع تعليق علاج مثير للجدل مع بروز الخلايا الجذعية كمصدر علاجي بديل **ص. 25**

تقنية بدء الاستثمار في علاج الأمراض عبر توصيل شحنات كهربية للأعصاب **ص. 26**



مياه حسب الطلب بحثًا عن مصادر غير تقليدية للمياه العذبة لإرواء عطش العالم المتزايد **ص. 31**

PAUL SOUDERS/CORBIS

عُثِر على الجيش الصلصالي، والذي يتألف من محاربين منحوتين كلٌّ على حدة، داخل ضريح الإمبراطور الأول للصين، تشين شي هوانج.

علم الآثار

صور ثلاثية الأبعاد تعيد صياغة التاريخ

برنامج للصور الرقمية يبشِّر بإتاحةٍ غير مسبوقة للقطع والمواقع الأثرية

إوين كالواي

استغرق إنشاء جيش التماثيل الصلصالية الصينية عقودًا من الزمن، واحتاج إلى مئات الآلاف من العمال، غير أن المجسّدات الرقمية التي يمكن تجهيزها في بضع دقائق يمكنها حل اللغز العالق لواحد من أكثر الآثار شهرةً في الصين. فمن خلال إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد لمجموعة التماثيل التي يبلغ عمرها 2200 عام، يأمل علماء الآثار أن يمكِّنهم هذا من التحقق مما إذا كان القصد منها تمثيل جيش حقيقي من أفراد بعينهم، أم غير ذلك.

تُعرف التقنية بشكل عام بتقنية الرؤية الحاسوبية، وقد تم تطويرها في البداية لتمكين الآلات، مثل روبوتات المصانع ومركبات استكشاف سطح المريخ، من رسم عالم ثلاثي الأبعاد عبر صور الكاميرا. أما الآن، فإنها تعمل بهدوء لتطوير علوم الآثار والحفريات، بحيث تسمح بتقاسم نُسَخ افتراضية من العظام، والقطع الأثرية، ومواقع التنقيب بأكملها بين الباحثين لدراستها، دون تعريضها في الحقيقة لخطر التلف.

يقول أندرو بيفان، عالِم الآثار بجامعة لندن، وأحد أعضاء الفريق الذي يستخدم الرؤية الحاسوبية لبناء نماذج رقمية لجيش المحاربين بالحجم الطبيعي من الصلصال:

«في المستقبل، من المحتمَل جدًّا أن تصبح هذه الأساليب الشيء الاعتيادي الذي تقوم بعمله لتسجيل موقع أثري».

ومنذ اكتشاف هذا الجيش في عام 1974 في ضريح امبراطوري بالقرب من مدينة شيان، يدور جدل بين المؤرخين حول ما إذا كانت تفاصيل وجوه الجنود قد تم نحتها على غرار وجوه مقاتلين حقيقيين، أم لا. «هل وجوه تماثيل المحاربين تمثِّل أناسًا حقيقيين؟ أم أنها نتاج أسلوب «القص واللصق»، حيث يمكنك لصق أنوف وآذان وشوارب مختلفة؟»، هكذا تساءل بيفان.

قد تقدم نماذج الرؤية الحاسوبية الجواب الشافي، ◄

كما يقول بيفان، إذ يمكننا أخذ صور رقمية بسرعة، وبكلفة قليلة، وبدون «إزعاج» للتماثيل. يمكن استخدام بضعة صور ذات جودة عالية تم التقاطها لتمثال من عدة مواقع مختلفة، ليزوّد لوغاريتم حاسوبي بالبيانات الكافية لتحديد الموقع الذي أخذت منه كل صورة، وإنشاء خريطة ثلاثية الأبعاد للتمثال في دقائق. كما يمكن رسم وتحليل النموذج – والذي يتألف من مجموعة من الإحداثيات في الاتجاهات المتعامدة س وص وع – ومقابلتها بنماذج تماثيل أخرى، بل وحتى استخدامها لإنتاج قالب مجسّم باستخدام طابعة ثلاثية الأبعاد.

في دراسة رائدة نُشرت في الرابع من يونيو، قام فريق بيفان بنمذجة وجوه 30 من المحاربين. وخلصت الدراسة إلى أنه لا توجد أذنان متطابقتان، وهو دليل على أن الجيش يتكون من أفراد بعينهم (A. Bevan *et al*. *J. Archaeol. Sci*. http://doi.org/s7v; 2014). قارَن الباحثون الآذان لأنها تمتاز بالتفرد، وربما تكون نمذجتها تمت على غرار أناس حقيقيين، إلا أن فريق الباحثين يخطط لتحليل خصائص تشريحية أخرى؛ لمعرفة ما إذا كان الجنود ينتمون إلى أعراق مختلفة، أو ما إذا كانت التماثيل تحمل بصمات مميزة لحرفيين. يؤكد بيفان أن العمل لا يزال في مرحلة مبكرة.

«نتوقع رؤية مجموعات بأكملها تضم مئات الآلاف من القطع الأثرية متوفرة رقميًّا»

لقد استخدم علماء الآثار والحفريات أسلوب النمذجة الحاسوبية لعقود مضت، مثلًا، في رسم خريطة للحفريات بماسحات الليزر، أو لدراسة العظام بالتصوير المقطعي (CT)، لكن أنصار استخدام الرؤية الحاسوبية يقولون إن تلك التقنيات مكلفة، ولا تصلح للاستخدام بشكل روتيني في المجال.

تقول سارة دافي، عالمة الآثار بجامعة يورك بالمملكة المتحدة: «أنت تتحدث عن كاميرا في مقابل عدة جاهزة من المعدات بكلفة 30،000 جنيه استرليني [50،000 دولار أمريكي]». عندما تم العثور في العام الماضي على آثار أقدام عمرها 900،000 عام على ساحل نورفولك بشرق إنجلترا، كانت دافي من بين أعضاء الفريق الذي سارع لتصوير المشهد والتقاط الآثار بثلاثة أبعاد. كشف النموذج الذي تم إعداده عن أن الآثار تعود إلى أحد أسلاف الإنسان – وتُعد أقدم آثار من نوعها تم اكتشافها خارج أفريقيا (N. Ashton *et al*. *PLoS ONE* http://doi.org/rd2; 2014). وكانت الآثار قد اختفت تقريبًا بحلول الوقت الذي تمكّن فيه الباحثون من جلب ماسح ليزر إلى الموقع في وقت لاحق من الأسبوع نفسه.



نماذج ثلاثية الأبعاد مركّبة على بعضها (واحد باللون الأخضر، والآخر باللون الأبيض) تكشف عن اختلافات دقيقة في شكل الأذن.

يتفق بنيامين داكِه من المعهد الألماني للآثار في برلين مع الرأي القائل بأن هذه التقنية لديها القدرة على الحفاظ على المواقع الآخذة في الاختفاء. ففي أكتوبر الماضي، استخدم داكِه طائرة بدون طيار مجهزة بكاميرا فيديو لإنشاء خريطة ثلاثية الأبعاد لمستوطنة كبيرة في المكسيك من حقبة ما قبل كولومبوس، وذلك خلال يومَين. ويخطط فريقه الذي أطلق اسم Archaeocopter (دراسة الآثار بالهليكوبتر) على نفسه، لمشروع تحليل مواقع في أوزبكستان وفي بومبَي بإيطاليا. وبتركيب كاميرا تعمل بالأشعة تحت الحمراء على طائرة بدون طيار، يمكن لهذه التقنية الحصول على خرائط للمواقع الأثرية التي تحجبها غابات كثيفة، حسب قول داكِه.

تتوافر البرمجيات القوية للرؤية الحاسوبية بسهولة وبأسعار معقولة، غير أن أنصار هذه التقنية، مثل هاينريش ماليسون، وهو عالم حفريات في متحف التاريخ الطبيعي ببرلين، يرون أن مزايا هذه التقنية لا تقتصر فقط على توفير الوقت والمال. يقول ماليسون: «هذه التقنية تعني أنه بوسعنا أن نتوقع رؤية مجموعات بأكملها تضم مئات الآلاف من القطع الأثرية متوفرة رقميًّا في غضون عقد من الزمن، بحيث يتسنى للجميع استخدامها لأغراض البحوث». يعتقد داكِه أن هذه التقنية لديها القدرة على كسر «احتكارية التفسير» من قِبَل العلماء الذين تسود نظرياتهم، لأن غيرهم من العلماء لا يستطيعون الوصول إلى قطع أو بقايا أثرية بعينها.

يتوقع جان جاك هابلن، عالِم حفريات الإنسان بمعهد ماكس بلانك لعلم الإنسان التطوّري في لايبزيج، ألمانيا، أن تتجه المتاحف إلى الحد من إنشاء وتوزيع مثل تلك النماذج لمجموعاتها من المعروضات، بالطريقة نفسها التي تعامل بها بعضها مع صور الأشعة المقطعية. تشعر المتاحف بالقلق من فقدانها السيطرة على مجموعاتها، ولكن هابلن يعتقد أن الطلب من قِبَل العلماء سيدفع حتمًا لوضع المزيد من المجموعات على الإنترنت. وقد بدأ الاتحاد الأوروبي في مايو قبول طلبات لمنح من صندوق قيمته 14 مليون يورو (19 مليون دولار أمريكي)، لإنشاء نماذج رقمية ثلاثية الأبعاد لأمثلة من تراث أوروبا الثقافي، آخذًا بعين الاعتبار تقنية الرؤية الحاسوبية.

إنّ سرقة البيانات تظل مصدرًا للقلق، وفق ما يقول ماليسون: «يمكنني الذهاب إلى متحف في بكين، وسحب كاميرتي الكانون، والتظاهر بأني سائح؛ ومن ثم إجراء بحوث على نموذج ثلاثي الأبعاد عالي الدقة لحفرياتهم». قد لا يخاطر الأكاديميون بتعريض أنفسهم لرد الفعل العنيف من جرّاء جمع البيانات دون إذن، لكن باعة التقليد يمكنهم نهب مجموعات المتاحف باستخدام برمجيات الرؤية الحاسوبية، كما يقول ماليسون، الذي يعتقد أن هناك حاجة إلى قواعد دولية لمنع حدوث ذلك. ومع ذلك.. فإنه يتوقع أنها ليست سوى مسألة وقت، قبل أن تتوافر النماذج ثلاثية الأبعاد لمجموعات المتاحف على نطاق واسع: «السؤال هو، هل سنرى ذلك في غضون 5 سنوات، أم 10 سنوات، أم 15 سنة؟» ■

صوتيات

دليل صوتي في البحث عن الرحلة MH370

إشارة صوتية مائية التُقطت بواسطة أجهزة استشعار في المحيط الهندي قد تكون ذات صلة بتحطم الطائرة الماليزية.

ديكلان بتلر

يستكشف باحثون حاليًا ما قد يكون أول دليل مبشّر منذ أشهر في عملية البحث عن حطام طائرة الخطوط الجوية الماليزية MH370. فقد التقطت ميكروفونات حساسة في قاع المحيط قبالة أستراليا إشارة مميزة في الوقت الذي يُعتقد فيه أن الطائرة بوينج 777 قد تحطمت في المحيط الهندي. تقدِّم النتائج ـ التي أعلنها علماء أستراليون في الأسبوع الأول من شهر يونيو الماضي ـ موقعًا تقريبيًّا لمصدر الصوت، وتجري متابعتها من قِبَل سلطات البحث.

تم اكتشاف الإشارة من قِبَل فريق بقيادة أَلِك دانكِن، أخصائي الصوتيات المائية بمركز جامعة كورتين للعلوم والتكنولوجيا البحرية في بيرث، أستراليا. وتم تسجيلها في الساعة 1:30 بتوقيت جرينتش (UTC) في الثامن من مارس؛ آخر إرسال من الرحلة MH370، وكان اتصال قد جرى بين نظام الاتصالات بالطائرة والأقمار الصناعية في الساعة 00:19، وعندها يُقدَّر أن وقود الطائرة قد نفد.

يُعتقَد أن الصوت قد صدر من مكان ما في شريط على طول الشمال الغربي من المحيط الهندي (انظر: «متتبعو الأصوات»). وذلك خارج نطاق البحث الحالي، الذي تم تحديده من خلال تحليل بيانات الاتصالات عبر الأقمار الصناعية التي أجريت عن طريق مكتب سلامة النقل الأسترالي ATSB. هذا.. والتقنيات المستخدمة معروفة وراسخة في هذا المجال. «سيواصل ATSB مناقشة وتحليل هذه المعلومات مع جامعة كورتين؛ بغية إفادة البحث»، وفق ما قاله متحدث باسم مركز وكالة التنسيق المشترك (JACC) في كانبرا، الذي يتولى تنسيق ما تقدمه الحكومة الأسترالية من دعم للبحث.

يشير فريق كورتين إلى أن الصوت ربما أتى من مصادر أخرى، مثل زلزال صغير، لكنهم يظنون أن الدليل يستحق المتابعة. ويستعد الفريق الآن للحصول على مزيد من البيانات الصوتية المائية من المحيط قبالة شمال غرب أستراليا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


CTBTO PREPARATORY COMMISSION

سمّاعات مائية تديرها منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية تتتبع الانفجارات في البحر.

وجد فريق دانكِن الإشارة خلال تحليل بيانات من محطة صوتية في بيرث كانيون على بعد نحو 40 كيلومترًا غربي جزيرة روتنِست بالقرب من بيرث. وهي واحدة من ست محطات، يقوم بتشغيلها نظام أستراليا المتكامل للرصد البحري (IMOS)، أنشئت لعمل أرصاد طبيعية وكيميائية وحيوية في حوض المحيط. أكد دانكِن يومها وصول الإشارة باستخدام بيانات من محطة صوتية قبالة كيب ليوين على الطرف الجنوبي الغربي من أستراليا، التي كان قد تم توفيرها من قبل منظمة معاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية (CTBTO).

ومنظمة CTBTO، هي كيان يراقب ويرصد التجارب النووية، ومقرها في فيينا، وتتكفل بشبكة عالمية من أجهزة الكشف الزلزالي والنظائر المشعة، وغيرها من أجهزة الاستشعار. تضم الشبكة ست محطات صوتية مائية (هيدروفونية) لرصد الانفجارات في المحيط، ولكن يمكنها أيضًا التقاط أصوات أخرى، كنداءات الحيتان لمسافات بعيدة. ومحطة كيب ليوين إحدى محطتين صوتيّتين لمنظمة CTBTO في المحيط الهندي. وقد قام دانكِن بتحليل بيانات من (المحطة) الأخرى، قبالة جزيرة دييجو جارسيا في وسط المحيط الهندي، لكنه لم يجد شيئًا. كانت البيانات ملوثة للغاية بتشويش مسوح زلزالية، كما يقول.

لكل محطة من محطات IMOS ميكروفون واحد فقط، وهذا لا يستطيع بمفرده تقديم معلومات مفصلة عن اتجاه الأصوات، لكن محطات CTBTO لديها مجموعتان من ثلاث سمّاعات مائية (هيدروفونات) تفصلها عدة كيلومترات ـ تعمل كأُذُنَي الإنسان ـ تسمح للمستمعين بإدراك اتجاه الصوت بدقة في حدود 0.5 °.

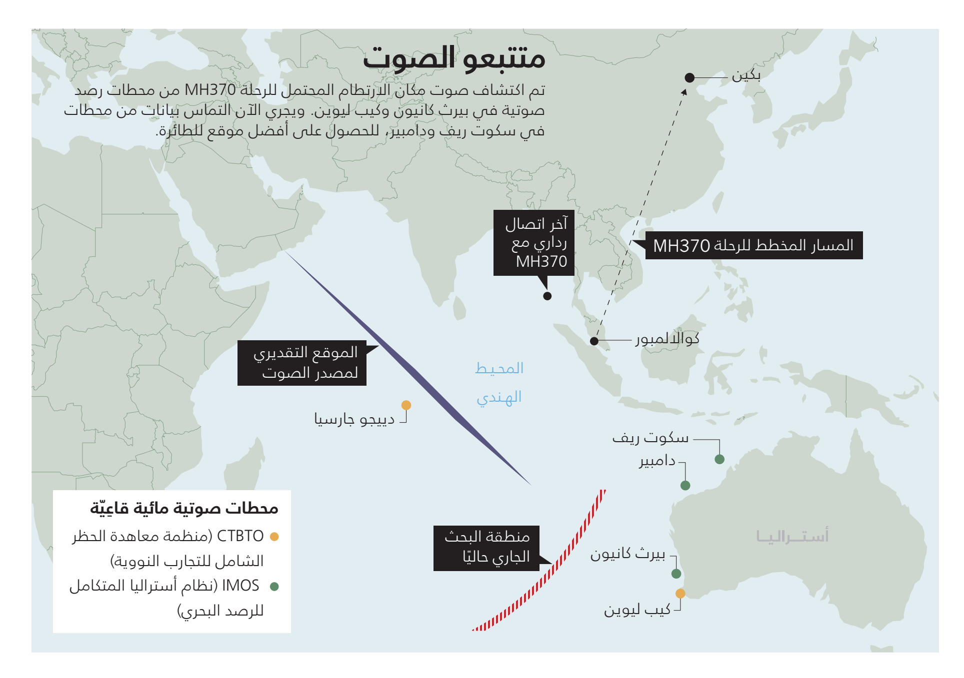
والآن، يخطط دانكِن وزملاؤه لاستعادة وتحليل بيانات محطتي IMOS قبالة شمال غرب أستراليا، ولكنْ هذان المسجلان يسجلان 5 دقائق فقط من الصوت كل 15 دقيقة، ويرجَّح أن تكون أي إشارات مُلتَقَطة ملوثة بتشويش المسوح الزلزالية، كما يقول دانكِن. وقد أعرب دانكِن عن اعتقاده بأنه ثمة «فرصة ضئيلة» فقط أن تحتوي بياناتهما على الإشارة، ولكن هذا «يستحق المضي قدمًا». كان الفريق يعتزم استرداد أجهزة الاستشعار في سبتمبر أو أكتوبر، ولكنه عزم على عمل جولة من 7-9 أيام في شهر أغسطس. يقول مارك برايور، مسؤول الصوتيات الزلزالية بمنظمة CTBTO: «نظرًا إلى استمرار حالة عدم اليقين بشأن مصير MH370، فلا تزال لدى البيانات الصوتية المائية إمكانية إضافة شيء إلى البحث».

في الوقت نفسه، ليس واضحًا ما هي المصادر الأخرى لبيانات السمّاعات المائية التي يمكن استخدامها في البحث الجاري بالمنطقة. فقد نشرت البحرية الأمريكية منظومات واسعة من السماعات المائية في قاع المحيط إبان الحرب الباردة لأغراض معارك الغواصات. وتظل تفاصيل نظام مراقبة الصوت (SOSUS) سرًّا، إلا أنه يُعتقد أن معظم السمّاعات المائية قد تم نشرها قبالة سواحل الولايات المتحدة على المحيطين الأطلسي، والهادئ.

«لا تزال لدى البيانات الصوتية المائية إمكانية إضافة شيء إلى البحث».

وقد تم تخفيض النظام بمجرد انتهاء الحرب الباردة. ولا يزال جمع البيانات جاريًا، غير أنه لا يجري تحليل روتيني لها، ما لم يكن هناك خطر تحت الماء. وقد رفض وليام ماركس ـ المتحدث باسم البحرية الأمريكية في يوكوسوكا باليابان ـ التعليق على ما إذا كانت للولايات المتحدة سمّاعات مائية بالمنطقة، أم لا. ويقول: «مناقشات نظام SOSUS عند هذا المستوى سرية. إنه نظام بالغ الحساسية».

وهناك أساطيل غواصات أيضًا للهند وباكستان، لكن دانكِن ـ مع علماء آخرين ـ يقول إنهم لا يعرفون ما إذا كان لدى الهند وباكستان سمّاعات مائية في المحيط الهندي، أم لأي دولة أخرى. «لم نتلق استشارة من أي منشأة هيدروفونية تشغلها الهند أو باكستان»، حسبما قال المتحدث باسم JACC. ■



SOURCE: CURTIN UNIVERSITY/ATSB

سياسة

هجـوم على خطـة العلـوم الأفريقيـة

استراتيجية الإبداع المُقترَحة ما زالت في حاجة إلى مزيد من التفاصيل، ومزيد من الالتزام من قِبَل الحكومات.

ليندا نوردلينج

ما زال هناك علماء يثيرون المخاوفَ إزاء استراتيجية العلوم والإبداع العشرية لعموم أفريقيا، التي تم تبنّيها من قبل رؤساء الدول المعنية في مطلع يوليو الماضي.

تهدف استراتيجية أفريقيا للعلوم والتكنولوجيا والإبداع (STISA) ـ التي اقترحها الاتّحاد الأفريقي ـ إلى الارتقاء باستخدام البحث العلمي بغية دفع التنمية الاقتصادية والاجتماعية على امتداد القارة. وستعهد هذه الاستراتيجية إلى الدول المُوقّعة بتطبيق ستة أهداف، من بينها محاربة الجوع، والمرض، والبطالة، إلى جانب وضع الإطار المناسب لمنح منظمات البحث والتنمية دفعة أكبر من أجل المضي قُدُمًا بخططها.

ما يخشاه النقّاد أنّ افتقاد الاستراتيجية للهيكلة الإداريّة المتوازنة، فضلًا عن غياب وعود وضمانات متينة، قد يجعلها غير فعالة. وفي السياق ذاته، يعتقد النقاد أنّ أهداف الاستراتيجية قد تكون أكبر بكثير من موارد القارة المحدودة، خاصةً في ظل استنادها إلى التزامات مالية ضئيلة.

يقول بول فان جاردينجن، أحد طلاب التنمية الدولية في جامعة إيدينبورو، المملكة المتحدة: «معظم الوثائق تتناول الأُطُر السائدة والمسؤوليات المنوطة بهذه الأُطُر، لكنها لا تتطرّق بما فيه الكفاية إلى طرق التنفيذ المناسبة. يماثل هذا الحديث عن محاولة الوصول إلى كوكب المريخ قبل معرفة مَن سيقوم بتصميم المناطيد التي ستأخذنا إلى هناك». قد تكون وتيرة نشر نتائج الأبحاث العلمية في القارة السمراء بطيئة، بيْد أنّها تنمو أسرع من المعدلات العالمية. لذا.. نجد أنّ حصّة كاتب أفريقي واحد على الأقل من نسبة الدراسات العلمية حول العالم قد ارتفعت من 1.2% سنويًّا عام 1996 إلى 2.3% في عام 2012، علمًا بأنّ عدد هذه الدراسات قد تضاعف أربع مرات، من حوالي 12،500 إلى 52،000.

واستراتيجية أفريقيا للعلوم والتكنولوجيا والإبداع ـ التي تم التوقيع عليها خلال قمة الاتحاد الأفريقي في مطلع يوليو في مالابو بغينيا الاستوائية ـ تهدف إلى تحويل هذه القدرات العلمية إلى «أداة تُمهد الطريق أمام تحقيق الأهداف التنموية الخاصة بالقارة السمراء»، لكن الوثيقة الخاصة بهذه الاستراتيجية، التي صاغها الاتحاد الأفريقي بمشاركة مجموعة من صنّاع السياسات الأفريقيين، لا تعطي تفاصيل وافية عن كيفية تطبيق هذه الرؤية.

تتحدث الوثيقة عن الحاجة إلى تشييد مختبرات جديدة وبنية تحتية مناسبة، وتوسيع برامج تدريب فنية، ناهيك عن خلق بيئة مواتية لنقل وتبادل التكنولوجيا، لكنها في الوقت نفسه لا تُلزِم الحكومات بتقديم دعم مادي أو أهداف معيّنة لتحقيقها، ولم تحدّد ميزانية واضحة، مشيرةً فقط إلى أنّ مصادر التمويل يجب أن تُستقطب من داخل وخارج القارة. وتُؤكِّد الوثيقة طموحًا، لطالما تم انتظاره على مدى عقد كامل، وهو رفع نسبة الإنفاق من جانب الدول الأعضاء في الاتحاد الأفريقي على الأبحاث العلمية والتنمية إلى 1% من إجمالي الناتج المحلي. وهو الهدف الذي لم تستطع إنجازه إلاّ القليل من البلدان (انظر: «الهوّة القاريّة»).



SVEN TORFINN/PANOS PICTURES

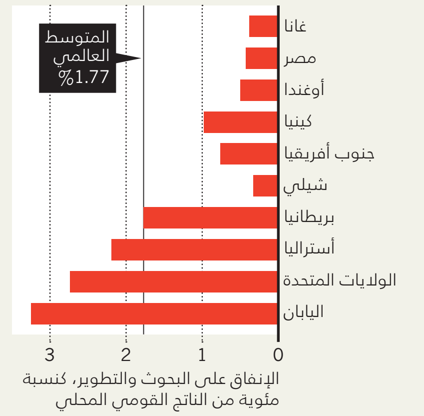
بحوث المحاصيل هي أبرز قطاع سيستفيد من الاستراتيجية المُقترحة للعلوم بأفريقيا.

سيرتبط نجاح هذه الاستراتيجية بمدى نوعية مشروعات الأبحاث العلمية المنفردة في البلدان المعنية. ولمساعدة العلماء في كسب دعم محلي لتمويل هذه المشروعات، تعتزم استراتيجية أفريقيا إنشاء مجلس بحوث وابتكار، لجمع الأكاديميات والمموّلين معًا بغية تنسيق الأنشطة الوطنية. وستستفيد الاستراتيجية من مخطّط تمويلي تنافسي من قِبَل الاتّحاد الأوروبي الذي قدّم حوالي 14 مليون يورو، (19 مليون دولار أمريكي) من أجل تنفيذ مشروعات خاصة بالمياه والصرف الصحي، والزراعة، والطاقة.

يتساءل النقاد عما إذا كان إنشاء هذا المجلس أمرًا ضروريًّا، حيث يقول فان جاردينجن «إنّ الأُطُر الموضوعة

الهوّة القارّية

عيّنة من البلدان الأفريقية الرائدة في الإنفاق على البحوث العلمية، توضّح لنا أنها تتخلّف عن الكثير من البلدان المتقدمة في نسبة الإنفاق على البحوث والتطوير من الناتج القومي المحلي في 2010



SOURCE: AFRICAN INNOVATION OUTLOOK II/OECD

حاليًا تبدو غير متوازنة، وستكون مكلّفة للغاية، مقارنةً بالاستثمارت المحدودة التي سوف يتم رصدها في بداية سنوات تطبيق الاستراتيجية».

يبدو جون موجابي ـ خبير الدراسات التكنولوجية في جامعة بريتوريا، بجنوب أفريقيا ـ متشكّكًا حيال تطبيق الاستراتيجية، حيث يقول: «كنت أفضل اللجوء إلى المؤسسات القائمة كالأكاديمية الأفريقية للعلوم وسائر الأكاديميات الوطنية؛ من أجل حشد الخبرات الفنية لتصميم وتنفيذ البرنامج بأكمله»، لكن عبد الحكيم الوير ـ مدير إدارة الموارد البشرية في مفوضيّة الاتحاد الأفريقي في أديس أبابا عاصمة أثيوبيا ـ ينبّهنا إلى أنّه ليست كل الدول الأفريقية منضوية تحت الأكاديمية الأفريقية للعلوم، إلاّ أنّ جميع الدول الأعضاء في الاتحاد الأفريقي سيتم تمثيلها في المجلس.

ورغم شتى مخاوفهم، يرى النقاد أنّ الاستراتيجية الأفريقية تتميّز بعض الشيء عن سابقتها، خطة العمل المدعومة للعلوم والتكنولوجيا في أفريقيا (CPA)، التي أُطلقت عام 2005، وتبنّاها الاتحاد الأفريقي عام 2006، قبل أن تضع مخطط مِنَح الأبحاث التنافسية، والعديد من شبكات التميز البحثي. وثمة مراجعة أُجريت في عام 2013، وجدت أنَ هذه الخطة فشلت في التوصيل بين سياسات أفريقية شاملة أخرى، ومنها سياسة الزراعة في كافة أنحاء القارة، ومشروعات حماية البيئة، وبرامجها البحثية المنفردة. كما لم تُفلح الخطة في تأمين التمويل اللازم لتنفيذها بشكل كامل.

يتوقّع موجابي أيضًا، الذي كان بمثابة رأس الحربة في خطة العمل المدعومة، أن يكون إيجاد التمويل مشكلة الاستراتيجية الأفريقية، إذ يقول: «تفشل الاستراتيجية في مواجهة المسألة الرئيسة، وهي إيجاد تمويل مشروعات العلوم والتكنولوجيا والإبداع في القارة من قِبل الحكومات في أفريقيا»، فغياب الالتزامات يعني أنّ رؤساء الدول قد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يتبنّون هذه الاستراتيجية دون الكثير من النقاش، لكنه سيكون سهلًا على الحكومات أن تتجاهلها فيما بعد.

على الناحية الأخرى، يبدو دان دو توا ـ رئيس التعاون الدولي والموارد في قسم العلوم والتكنولوجيا في جنوب أفريقيا ـ أكثر تفاؤلًا.. فهو يقول إنّ خطة العمل المدعومة ولّدت دعمًا سياسيًّا للعلوم، أسهَم بدوره في نجاح ملف الترشح الذي قدّمته القارة لاستضافة «مصفوفة الكيلومتر المربَّع» (Square Kilometer Array)، وهو مشروع تليسكوب راديوي، تكلفته حوالي 2 مليار دولار أمريكي، ويتم بناؤه الآن في جنوب أفريقيا وأستراليا.

ستوفّر الاستراتيجية أساسًا سياسيًّا لبناء مشارَكات مستقبلية، كما يقول دو توا. ويضيف قائلًا: «ستكون الاستراتيجية الأفريقية للعلوم والتكنولوجيا والإبداع ذات شأن كبير. قد لا تعجبك بعض التفاصيل، لكن الرؤية ـ بشكل عام ـ تبقى هي الأهم». ■



KARLA GACHET/PANOS

تعتبر الذُّرة من أساسيات المطبخ المكسيكي، وجزءًا من ثقافته واقتصاده، ولكن بعد اكتفائها ذاتيًّا فيما مضى، تستورد المكسيك الآن حوالي ثلث احتياجاتها من الذُّرة.

الزراعة

جدل حول الذُّرَة المعدَّلة وراثيًّا في المكسيك

أحدث النزاع القانوني حول المحاصيل المعدلة وراثيًّا صدعًا في المجتمع العلمي في البلاد.

لورا فارجاس–برادا

أدى النزاع القانوني حول الذُّرَة المعدلة وراثيًّا إلى انقسام المجتمع العلمي المكسيكي. فبعد ما يقرب من عام من تنازع نشطاء على حق العلماء في زراعة أصناف من المحاصيل التجريبية المعدلة وراثيًّا (GM)، وهي سلعة أساسية ورمزٌ للمكسيك، لا تزال أبحاث الذرة معلقة نتيجة لهذا المأزق القانوني.

في الخامس من يوليو 2013، أقام ائتلاف من جماعات ناشطة دعوى قضائية جماعية لوقف منح الحكومة المكسيكية تصاريح لزراعة الذرة المعدلة وراثيًّا. وبالفعل، أمر قاضٍ في سبتمبر من العام نفسه بوقف الزراعة التجريبية والتجارية؛ حتى يتم التوصل إلى حكم نهائي، وهو قرار قد يستغرق شهورًا أو سنوات.

أحبطت الدعوى والحكم خططًا لشركات متعددة الجنسيات، مثل مونسانتو، ودوبونت بايونير، وداو أجرو– ساينسيس، والتي مارست ضغوطًا لأكثر من عقد من الزمان لبيع أصناف الذرة المعدلة وراثيًّا للمزارعين المكسيكيين، كما قاموا بتعطيل باحثي التقنية الحيوية في القطاع العام، الذين صرحوا بأنهم على وشك إنتاج سلالات من الذرة المعدلة تتحمل الجفاف والصقيع، وأصناف أخرى تحتاج إلى كميات أقل من المبيدات والأسمدة. يشكو هؤلاء الباحثون من أن الدعوى تهدد بعرقلة العمل الذي قد يزيد محصول الذرة، ويحِدّ من الواردات، ويساعد على الحماية في مواجهة تهديدات مثل تغير المناخ.

تقول بياتريز شوكونوسط، خبير التقنية الحيوية النباتية في مركز البحوث والدراسات المتقدمة (سينفِستاف) في مكسيكو سيتي، الذي يقود مشروعًا لتطوير الذرة المعدلة وراثيًّا المقاومة للجفاف: «نحن محبطون للغاية، وهناك شعور عام باليأس. لم نتمكن من تحقيق أهدافنا».

لم تَتَبَنَّ المكسيك تقنية الذرة المعدلة وراثيًّا، ولم تتخل عنها أيضًا. ففي عام 2010، صرحت كلٌّ من وزارة الزراعة، ووزارة البيئة بالزراعة التجارية للقطن المعدل، ثم وافقتا على فول الصويا المعدل بعد ذلك بعامين. بحلول عام 2013، كانت الدولة تزرع 100 ألف ◄



صراع المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا

في الفترة من عام 2009 إلى 2013، سمحت الحكومة المكسيكية بالزراعة التجريبية للذرة المعدلة وراثيًّا (GM). أوقفت دعوى قضائية مثل هذه الأبحاث وسط مخاوف من أن النباتات المعدلة وراثيًّا ستهجِّن الأصناف المحلية، أو تتغلب عليها، بما في ذلك سلف عشب الذرة المسمى تيوسينت.

◀ هكتار من المحاصيل المعدلة –أكثر من أي دولة أوروبية باستثناء إسبانيا، وإنْ كانت أقل بكثير من البرازيل والأرجنتين.

إنّ مسألة موافقة الحكومة في المكسيك –وموافقة العامة– على الذرة المعدلة وراثيًّا أمر أكثر حساسية من ذلك بكثير. فقد أثيرت مخاوف في عام 2001، بعد أن أبلغ باحثون في جامعة كاليفورنيا، بيركلي، أن المادة الوراثية من الذرة المعدلة قد تدفقت لأصناف الذرة المحلية (D. Quist and I. H. Chapela *Nature* **414**, 541–543; 2001)، الأمر الذي أدَّى ـ ولسنوات بعد ذلك ـ إلى حظر الزراعات التجريبية للذرة المعدلة.

في عام 2009، تم منح شركات مونسانتو، وداو ودوبونت بايونير، الموافقة لزراعة الذرة المعدلة وراثيًّا لأغراض بحثية –وكذلك بعض الباحثين الأكاديميين (انظر: «صراع المحاصيل المعدلة وراثيًّا»). وهذه البرامج توقفت مرة أخرى بدعوى قضائية في عام 2013، كان يتصدرها المهندس الزراعي أدليتا سان فيسنت من مؤسسة «سيدز أوف لايف»، وهي منظمة غير ربحية في مكسيكو سيتي، تعارِض المحاصيل المعدلة. وقالت الدعوى إن الذُّرة المعدلة تهدد التنوع الحيوي للأصناف التقليدية التي يزرعها مزارعو الكفاف وصغار الملاك في جميع أنحاء المكسيك.

إنّ الحذر في المكسيك من إدخال الذرة المعدلة وراثيًّا يعكس رغبة عميقة للحفاظ على التنوع الوراثي في المحاصيل التي تشكل عاملًا أساسيًّا لهوية الأمة. ففي الولايات المتحدة، تُزرع الغالبية العظمى من الذرة لتغذية المواشي وإنتاج وقود الإيثانول، ولكن في المكسيك تُزرع 82% من الذرة البيضاء للاستهلاك البشري، وغالبًا في المزارع الصغيرة المزروعة بالأصناف التقليدية، بدلًا من التجارية.

يقول خوسيه ساروكان، المنسِّق القومي للهيئة الوطنية لمعرفة واستخدام التنوع الحيوي (CONABIO)، وهو مجلس للبحوث الحكومية تم إنشاؤه في عام 1992: «ثراء التنوع الوراثي للذرة في المكسيك لا يُقَدَّر بثمن». وساروكان وعلماء البيئة الآخرون في CONABIO قلقون بشأن التدفق الجيني من الأصناف المعدلة وراثيًّا للأصناف المحلية، وأن الاعتماد الكبير على الذرة المعدلة يمكنه أن يستبدل الأصناف المحلية. كما أنهم قلقون من اتخاذ منتجي البذور المعدلة إجراءات قانونية ضد صغار المزارعين، ستنتهي إلى احتواء بذورهم على مواد معدلة.

> **«نحن محبطون للغاية، وهناك شعور عام باليأس».**

قالت فرانشيسكا أسيفيدو، أخصائية الوراثة النباتية في الهيئة المذكورة آنفًا: «نحن لسنا ضد الذرة المعدلة وراثيًّا، ولكننا نريد رفع مستوى الوعي بخصوص الآثار المترتبة على استخدامها، والعواقب المحتملة من اختلاطها مع الأصناف المحلية».

ورغم أنها حققت الاكتفاء الذاتي فيما مضى، إلا أن المكسيك تستورد الآن نحو ثلث الذرة التي تستهلكها، ومعظمها من الولايات المتحدة، لكن العلماء الذين يعارضون الذرة المعدلة وراثيًّا يقولون إنه يمكن زيادة الإنتاج المحلي بالري ومشروعات البنية التحتية، ونشر برامج التعليم والإرشاد الزراعي للمزارعين، والاختيار الدقيق للبذور المهجنة والأصناف المحلية.

والعلماء الحكوميون، ومن بينهم لويس هيريرا إستريا، مدير المختبر الوطني لجينوميات التنوع الحيوي في سينفِستاف، يرون التقنية الحيوية كأداة حاسمة لاستعادة الاكتفاء الذاتي للذرة في البلاد. فمشروع شوكونوسط ـ على سبيل المثال ـ يسعى لتطوير الذرة المعدلة وراثيًّا المقاومة للجفاف، التي يمكنها مقاومة درجات الحرارة المنخفضة. فباستخدام الحمض النووي الريبي غير المعيَّن، قامت هي وفريقها بتعديل أيض النبات عن طريق تثبيط إنزيم يكسر سكر تريهالوز، وهو سكر ينخرط في الاستجابة للإجهاد. وقد نتج عن ذلك مجموعة متنوعة تُسمى سيا-9 (CIEA-9)، تحتاج ثلثي المياه التي يحتاجها النبات الطبيعي، وهو الأمر الذي وصفته إكسكونوستل قائلة: «هذه الاستراتيجية وسيلة لإنقاذ العديد من أصناف الذرة المحلية التي نملكها».

المرحلة التالية من هذا البحث، والخطوة الأخيرة المطلوبة بموجب القانون المكسيكي قبل أن تتمكن شوكونوسط من التقدم للحصول على تصريح لزراعة هذا الصنف تجاريًّا، هي زراعة 4 هكتارات كقطع أراضٍ تجريبية من سيا-9 لاختبار الإنتاجية. ويجب على الفريق أن ينتظر حتى يتم اتخاذ قرار نهائي بشأن الدعوى، قبل أن يتمكنوا من المُضِيّ قدمًا.

قام بعض علماء المحاصيل الحكوميين الآخرين بإبقاء أبحاثهم مستمرة، عن طريق نقل التجارب الميدانية إلى بلدان أخرى. ففي نوفمبر، حصل هيريرا إستريا على تصريح لزرع قطع أراضٍ تجريبية في الأرجنتين، حيث يقود فريقًا لتطوير الذرة المعدلة وراثيًّا، وفول الصويا الذي يتطلب كميات منخفضة من الأسمدة وينافس الأعشاب الضارة بشكل جيد. النباتات المعدلة تعمل بتعبير جينات بكتيرية ترمز لإنزيم فوسفيت أوكسيدوريدكتيز، وهو الإنزيم الذي يحول فوسفيت معدن التربة إلى فوسفات، تحتاجه غالبية النباتات للنمو وإنتاج الطاقة (D. L. López–Arredondo and L. Herrera–Estrella *Nature Biotechnol*. **30**, 889–893; 2012).

يقول هيريرا إستريا إن المتطلبات الرقابية في الأرجنتين «معقولة وأكثر يسرًا، وتستند إلى العلم،» على عكس الوضع في المكسيك، حيث يجب استيفاء أكثر من 100 شرط، قبل أن يتمكن الباحث من الحصول على تصريح للزراعة التجريبية؛ التي يقول إن بعضها يجعل سير العملية غير محتمل. ورغم الإحباط الذي تشعر به شوكونوسط بسبب إيقاف النشاط الزراعي الحالي، إلا أنها لا ترى سياسات المكسيك الصارمة كمشكلة: «أنا سعيدة بأن لدينا قانونًا صارمًا ينظم بدقة متناهية ما يسمح بزراعته في المكسيك». ■

C. BURGEFF *ET AL. AGBIOFORUM* **17**, 90–101 (2014)/CONABIO

المزيد أونلاين

تحقيق



● ورقة عن الأمواج الجاذبية تُنشر مع التنبيه go.nature.com/f6fnbo

المزيد من الأخبار

● تنسيق البيض يُعين الطيور على التعرّف على الوقواق المهاجِم go.nature.com/28mjfc
● جسيم هيجز يُرى أثناء اضمحلاله لجسيمات مادة go.nature.com/flonak
● مسؤول العلوم بأوروبا يبحث عن أصوات الخبراء go.nature.com/c7asyf

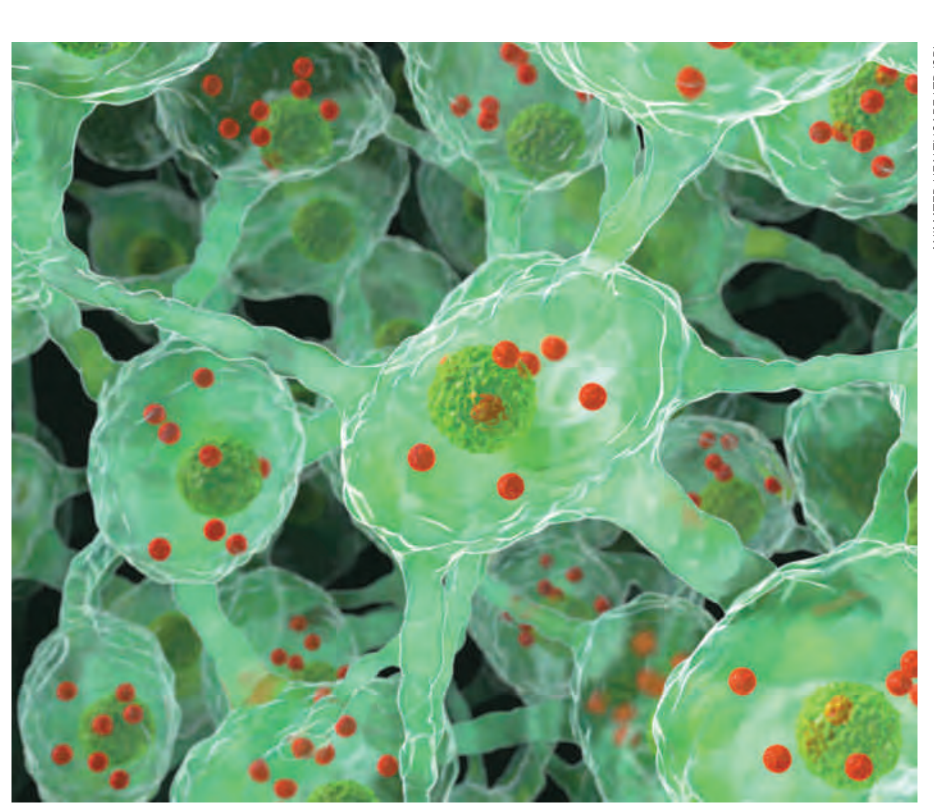
بودكاست Nature



خلايا شمسية أقل تكلفة قيد التصنيع/ الحُبّ في المعامل/ كيفية الكشف عن الأسلحة النووية go.nature.com/nature/podcast

STEFFEN RICHTER/HARVARD UNIV.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ANIMATED HEALTHCARE LTD/SPL

الخلايا العصبية الدماغية المعيبة هي المسؤولة عن المشكلات الحركيّة المرصودة لدى المصابين بداء باركنسون.

الطب التجديدي

إحياء الخلايا الجنينيّة من أجل داء باركنسون

رفع تعليق علاج مثير للجدل مع بروز الخلايا الجذعية كمصدر علاجي بديل.

أليسون أبوت

بدأ فريق من جراحي الأعصاب في شهر يوليو الماضي في العمل على زرع خلايا من الأجنة البشرية المُجْهَضة في دماغ شخص يعاني من داء باركنسون. ستكسر هذه العملية التعليق الدولي الذي استمر فرضه عشر سنوات على هذا العلاج المثير للجدل بعد أن فشل العديد من المرضى في الاستفادة منه، دون أن يتمكّن أحد من معرفة أسباب هذا الفشل.

تأتي التجربة بالتزامن مع مصادر أخرى لاستبدال الخلايا المشتقة من الخلايا الجذعية البشرية، تسارع بالاقتراب من العيادات. وهذه المرة، يريد العلماء أن يتأكدوا من أن الأمور تسير نحو الأفضل. لذا.. شَكّلت الفِرَق المشاركة في كل التجارب المبرمجة فريق عمل؛ لتوحيد الأبحاث والبروتوكولات الإكلينيكية على أمل أن تكون نتائجها أكثر قابلية للتفسير بطريقة أسهل.

يعاني المصابون بداء باركنسون من تحلُّل الخلايا العصبية التي تُنتج الناقل العصبي «الدوبامين»، الأساسي لأداء الحركة الطبيعية. وكثيرًا ما يؤدي هذا إلى مشكلات حركية شديدة لدى المرضى. يتضمن العلاج القياسي دواء «إل-دوبا» (l-dopa)، الذي يحلّ محلّ الدوبامين في الدماغ، ولكنه قد يسبب آثارًا جانبية. تهدف العلاجات الخلوية لاستبدال الخلايا العصبية المفقودة بخلايا منتجة للدوبامين (خلايا دوبامينية) من أدمغة الأجِنة، أو بخلايا مشتقّة من الخلايا الجذعية البشرية.

كان تعليق التجارب المتعلقة بالمعالجة بالاستبدال قد بدأ عام 2003 لأن الدراسات المبكرة على الخلايا الجنينية أسفرت عن نتائج متباينة يستحيل تفسيرها.

إننا «نريد أن نتجنب تكرار هذا الوضع»، هكذا يقول طبيب الأعصاب روجر باركر في جامعة كمبريدج، المملكة المتحدة، الذي ساعد في تنظيم الاجتماع الافتتاحي لفريق العمل في لندن خلال مايو الماضي. تضمّ المجموعة التي تعرف باسم «القوة العالمية لمواجهة مرض باركنسون»، علماء من الفرق الأوروبية والأمريكية واليابانية، وهي على وشك الشروع في التجارب. وقد تعهّد الجميع في الاجتماع بتبادل المعارف والخبرات.

كان قد تم زرع أول خلايا دماغية جنينية في الإنسان عام 1987 في جامعة لوند في السويد، حيث تم ابتكار التقنية، حيث أخذت فرق الجراحة خلايا جنينية غير ناضجة، كانت ستتحول إلى خلايا عصبية دوبامينية، من الدماغ المتوسط لأجنة مُجهَضة وزرعوها في الجسم المخطط من أدمغة المرضى، وهي المنطقة التي تتجلى خسارة الدوبامين فيها بشكل كبير في مرض باركنسون.

تلقى أكثر من 100 مريض في جميع أنحاء العالم هذا العلاج، كجزء من تجارب إكلينيكية قبل وقفها. ويتابع باركر: «لكن المراكز استخدمت إجراءات وبروتوكولات مختلفة، وكان من المستحيل معرفة سبب تحسّن بعض المرضى بشكل جيد جدًّا وعدم استفادة البعض الآخر على الإطلاق».

في عام 2006، أعدّ باركر ـ بالاشتراك مع عالم الأعصاب أندرس بيوركلُند في جامعة لوند ـ مجموعة عمل تهدف جمع الفرقاء الأصلية السبعة التي أجرت عمليات الزرع، لتقييم جميع تفاصيل البروتوكول وبيانات المرضى بشكل رجعي.

استنتجت الفرق أن الإجراء بدا أكثر فعالية لدى المرضى الذين كانوا صغار السن نسبيًّا، والذين كان مرضهم في مرحلة مبكرة. وبالإضافة إلى ذلك.. أظهر تحليل ما بعد الوفاة لأدمغة المرضى أن الذين استفادوا أكثر تلقوا ما لا يقل عن 100,000 خلية جنينية منتجة للدوبامين زرعت في أدمغتهم. وخلُص علماء الأعصاب إلى أن هناك حاجة لخلايا من ثلاثة أجنة على الأقل للحصول على هذا العدد من الخلايا.

شجّع التحليل الرجعي العلماء الأوروبيين ـ ومن ضمنهم باركر وبيوركلند ـ على إطلاق تجربة جديدة، يموّلها الاتحاد الأوروبي، وتنطوي على زرع خلايا عصبية دوبامينية جنينية. ستعمل هذه الدراسة التي تعرف باسم «ترانسيورو» TRANSEURO، على مراقبة تطور المرض لدى 150 مريضًا في المملكة المتحدة والسويد وفرنسا وألمانيا. وكان مقررًا أن يتم الزرع لأول مريض خلال شهر يوليو في مستشفى أدينبروكس في كامبردج. وتماشيًا مع نتائج التحليل الرجعي، تم اختيار المرضى المشاركين بحيث يكون متوسط أعمارهم 55 سنة، ومتوسط مدة مرضهم 4 سنوات فقط. لم يظهر أي منهم خللًا حركيًّا (حركات عضلات غير منضبطة قد تكون آثارًا جانبية للعلاج بواسطة إل-دوبا).

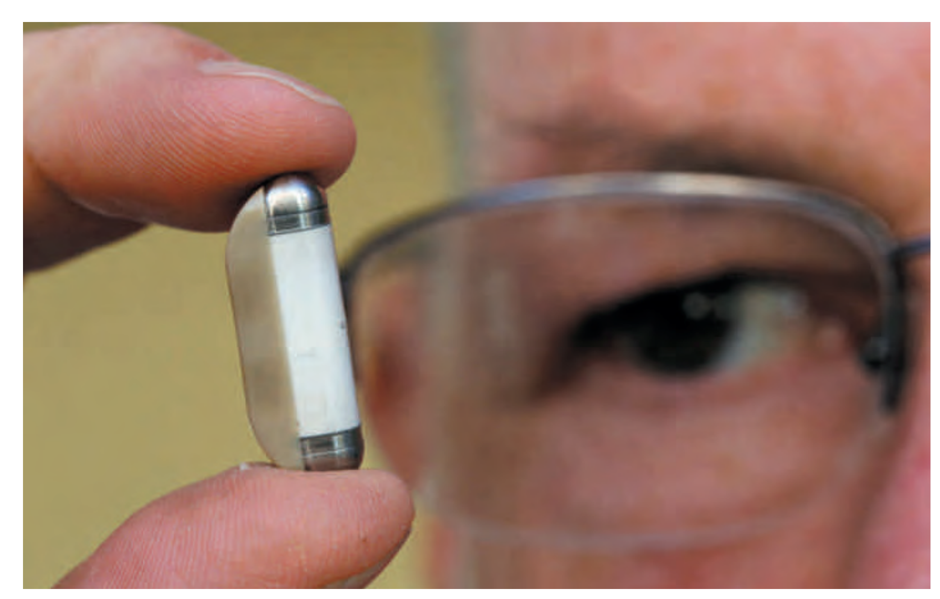
لقد تقدمت بيولوجيا الخلايا الجذعية بشكل ملحوظ منذ عام 2003، ويمكن الآن الحصول على الخلايا الدوبامينية من الخلايا الجذعية الجنينية البشرية، كما يمكن أيضًا الحصول عليها من الخلايا الجذعية المحفّزة متعددة القدرات (خلايا ناضجة أعيدت إلى حالة تشبه الخلايا الجذعية غير المحددة، ويمكن توجيهها لتصبح النوع المطلوب). هذه المصادر المحتملة مرغوب فيها أكثر من تلك المستمدة من الأجنّة، لأن الخلايا الجنينية أصعب منالًا، كما أنها متنوعة حيويًّا.

تجري الأبحاث الآن لضمان تطوّر الخلايا الجذعية نحو النوع الصحيح للخلية الدوبامينية اللازمة لعلاج داء باركنسون واندماجها بطريقة صحيحة في أدمغة المتلقين. ولكن التقدم كان سريعًا حتى إن التجارب الإكلينيكية بدأت تلوح في الأفق. يجري التخطيط لإجراء تجربة يابانية، تستخدم الخلايا الجذعية المحفّزة متعددة القدرات، لتبدأ في كيوتو في غضون سنتين؛ كما يجري التخطيط لإجراء تجربتين أخريين باستخدام الخلايا الجذعية الجنينية البشرية، إحداهما ستبدأ في غضون ثلاث سنوات في نيويورك، والأخرى في أوروبا في غضون أربع إلى خمس سنوات.

تأمل «القوة العالمية لمواجهة مرض باركنسون» أن تجعل التخطيط المشترك من مقارنة النتائج أمرًا أسهل، وستبادل أعضاؤها بروتوكولات استخلاص الخلايا وزرعها، بالإضافة إلى المعايير الإكلينيكية التي يتّبعونها لاختيار المريض ومتابعته.

إنهم ينظرون إلى تجربة «ترانسيورو» كتجربة رائدة. «حتى الآن لم نعرف بعد أي مصدر للخلايا سيثبت أنه الأفضل، ولكن الخلية الجنينية في الوقت الراهن هي المعيار الذهبي الذي نحتاج إلى مضاهاته»، هكذا تقول كلير هِنشكليف ◄

المتخصصة في علم الأعصاب من مركز وايل كورنيل الطبي في نيويورك، التي تعمل على تنسيق مبادئ فريق العمل التوجيهية الخاصة بتقييم المرضى وتصميم التجارب. ما زال الطريق طويلًا قبل أن تتمكن أساليب استخدام الخلايا الجذعية من منافسة ما تَعِد الخلايا الجنينية بتقديمه، حسب قول مالين بارمار، العالمة المتخصصة في أحياء الخلايا الجذعية في جامعة لوند، وعضو الفريق الأوروبي للتجربة الإكلينيكية. يرجع هذا إلى أن خلايا أدمغة الأجنّة قد أخذت بالفعل طريقها لتصبح خلايا دوبامينية ناضجة. تقول مالين: «جسم الإنسان يعلم جيدًا كيف يطوِّر كل نوع من أنواع الخلايا الجنينية. إننا لم نعلم كل هذه الأسرار بعد، ولكننا علمنا البعض الأساسي منها». ■



PATRICK T. FALLON

منظم دقيق للاستزراع بالجسم من إنتاج ستبوينت ميديكال SetPoint Medical، مصمم لتحفيز الأعصاب باتجاه خفض الالتهاب.

تقنية

المستحضرات الكهربية تُشْعِل الاهتمام

شرعت الأوساط الصناعية والأكاديمية في الاستثمار في علاج الأمراض عبر توصيل شحنات كهربية للأعصاب.

سارة ريردون

عندما لا تستطيع العقاقير حث خلايا البنكرياس على إنتاج الإنسولين، أو دفع الشرايين إلى الارتخاء لخفض ضغط الدم، فقد تقوم صدمة كهربية موضوعة في مكان مناسب بهذه المهام. يتصاعد الاهتمام بـ«المستحضرات الكهربية» (Electroceuticals) –وهي مستزرعات إلكترونية حيوية تحفز الأعصاب لعلاج الأمراض– مدعومًا بعقود من نجاح أجهزة ضبط نبضات القلب وقوقعة الأذن المستزرعة وبالتقدم في التقنيات المصغرة.

مؤخرًا، أعلنت معاهد الصحة الوطنية (NIH) الأمريكية عن رصد 248 مليون دولار لتمويل جهود بحثية؛ بهدف رسم كل شبكة التوصيلات الكهربية في الجسم البشري، وتطوير مثل هذه الأجهزة. ووَضَعَت عملاق الصناعات الدوائية، شركة جلاكسو سميث كلاين (GSK)، بالفعل برنامجًا مماثلًا، وأوشكت شركات التقنيات الحيوية على طرح منتجاتها من هذه الأجهزة في الأسواق.

في مطلع مايو الماضي، وافقت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) على جهاز من شركة «إنسباير ميديكال سيستمز» Inspire Medical Systems، ومقرها مينيابوليس في مينيسوتا، يحفز عضلات مجرى الهواء لعلاج توقف التنفس أثناء النوم بواسطة تنظيم تنفس الشخص النائم. وفي السابع عشر من يونيو الماضي، أوصت لجنة استشارية تابعة لإدارة الغذاء والدواء بالموافقة على جهاز لضبط الوزن من شركة «إنتِرومديكس» EnteroMedics بمدينة سانت بول في مينيسوتا. ويُزرع هذا الجهاز بين المريء والمعدة، ويحفز العصب المبهم لجعل الشخص يشعر بالشبع.

يتوقع العلماء أن هناك أجهزة كثيرة أخرى قادمة. يقول كريستوفر فام، رئيس وحدة الإلكترونيات الحيوية في شركة جلاكسو سميث كلاين بلندن: «إن الجهاز العصبي يتقاطع متشابكًا مع أحشائنا؛ للسيطرة على عديد من جوانب وظائف أعضائنا». ويقول إنه عوضًا عن استهداف الخلايا بالعقاقير، يمكن لعلاجات جديدة أن ترسل نبضة كهربية إلى عصبٍ رئيس لتغيير الأوامر التي يتلقاها العضو؛ وبالتالي تتمكن من السيطرة على وظيفته.

يقول بريان ليت ـ مهندس حيوي بجامعة بنسلفانيا في فيلادلفيا ـ إنه يمكن لمثل هذه المستحضرات الكهربية أن تكون أكثر دقة من المستحضرات الدوائية (الصيدلانية). في أمراض المناعة الذاتية مثلًا، قد يكون منطقيًّا أن تضع جهازًا علاجيًّا كهربيًّا على عصب مختار جيدًا بدلًا من اقتحام الجهاز المناعي كله بالعقاقير. الاضطرابات التي تصيب أهدافًا مثل المثانة، التي تتحكم بوظائفها عدة مدخلات عصبية، والعصب المبهم، الذي يملك دورًا في أنظمة حيوية عدة بما فيها الشهية والاستجابات الالتهابية، يبدو أنه قد آن أيضًا أوان التدخلات الكهربية لعلاجها.

يقول وارن جريل، مهندس الطب الحيوي بجامعة ديوك في دورهام، نورث كارولاينا، الذي يدرس التحكم الكهربي بوظائف المثانة إن «المناهج التقليدية لاكتشاف العقاقير وابتلاع الأقراص الدوائية ليست هي الطريقة المثلى لعلاج العديد من الأمراض».

مع أخذ ذلك في الاعتبار، أعلنت شركة جلاكسو سميث كلاين في ديسمبر الماضي عن جائزة بمليون دولار لأول فريق يطور جهازًا مصغرًا قابلًا للاستزراع في الجسم، ويمكنه قراءة إشارات كهربية محددة وتحفيز عضو لأداء وظيفة محددة بشكل موثوق لمدة 60 يومًا (K. Famm *et al*. *Nature* **496**, 159–161; 2013). أنفقت الشركة 50 مليون دولار على أبحاث مستحضرات كهربية بمختبراتها الخاصة، ومَوَّلَت أيضًا مجموعة من العلماء في 25 جامعة لتطوير أجهزة يمكن إتاحتها لمجتمع البحوث الأوسع. يقول فام إن الباحثين يعملون على المستحضرات الكهربية لعلاج 20 اضطرابًا مختلفًا، تتراوح من أمراض القلب والأوعية الدموية إلى التهاب المفاصل الروماتويدي والسرطان. «إنه وقت رائع، رغم أننا لا نتوقع من جميع تلك الأجهزة أن تفوز علاجيًّا بالضربة القاضية».

تبدو الأجهزة الإلكترونية الحيوية واعدة، لكن سبب عملها بنجاح غالبًا ما يكون غير واضح. يقول كيب لودفيج، مدير برامج الهندسة العصبية بالمعهد الوطني الأمريكي للاضطرابات العصبية والسكتة الدماغية في بيثيسدا، ميريلاند: «حاليًا، تعتمد أجهزة كثيرة على علم الظواهر، فتضع مثلًا قطبًا كهربيًّا في الجسم، وتحفز؛ ثم تحصل على تأثير».

ومشروع معاهد الصحة الوطنية للمستحضرات الكهربية، الذي سُمِّي مبدئيًّا «تحفيز النشاط الطرفي لتخفيف الحالات المرضية» (SPARC)، يخطط لجسر الفجوة المعرفية باتخاذ خطوة إلى الوراء والتركيز على الآليات الكامنة وراء التحكم الكهربي بمنظومات أعضاء الجسم. سوف تُمنح المِنَح البحثية الأولى في أوائل 2015. وعلى مدى السنوات الست المقبلة، تأمل معاهد الصحة الوطنية في رسم شبكة الأعصاب والنشاط الكهربي لخمسة أعضاء بالجسم، سيتم اختيارها لاحقًا، ثم تطوير أجهزة أقطاب كهربية يمكن إلحاقها بالأعصاب، والحفاظ على تسجيلها بدقة عالية، وأن تبقى وسائط تحفيز بينيّة معها لعقود، دون أن تسبب عطبًا.

ستكون المهمة الأكثر تحديًّا هي فرز وتصنيف مئات من الإشارات الكهربية التي تصل للعضو أو تخرج منه. فبحسب ليت، الهدف هو بناء أجهزة تستهدف فقط الإشارة التي تسبِّب التأثير المرغوب، وليست تلك التأثيرات التي يمكن أن تغير وظائف أجزاء أخرى من الجسم. إنها مهمة هائلة كما يقول: «إنها مهمة تشبه أن تضع جهازًا عبر الطريق السريع، وتحاول التعرف على السيارات التي ستخرج من الطريق ومِن أيّ مخرج، بمجرد النظر إليها وهي تَمُرّ». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



سوف يركِّز أول تقرير في سلسلة التقييمات الدولية حول التنوع الحيوي على الكائنات الملقِّحة، مثل النحل.

علم البيئة

انطلاق مشروع «الحياة على كوكب الأرض»

يهدف تقييمٌ تقوم به مجموعةٌ دولية لحماية التنوع الحيوي إلى إيقاف تدهور الأنظمة البيئية.

ناتاشا جيلبرت

احتل جهدٌ عالمي لحماية التنوع الحيوي على المستوى الدولي الصدارةَ في مدينة بون في ألمانيا في مطلع يوليو الماضي، حيث اجتمع العلماء لبحث المشروع الأول في هذا الجهد، وهو تقييم حالة النحل والكائنات الملقِّحة الأخرى.

يهدف «المنبر الدولي للعلوم والسياسات في مجال التنوع الحيوي وخدمات النُّظم البيئية» (IPBES) ـ ومقره بون بألمانيا ـ إلى إيقاف التهديدات التي تتعرض لها الأنظمة البيئية، ورصد حالة الصحة البيئية لكوكب الأرض. وكجزء من اجتماعه العلمي الأول، سيقوم العلماء في هذا البرنامج بعرض تفاصيل التقييم الخاص بالأنواع الملقحة، التي تتضمن تحليلًا لأسباب التراجع في مجتمعات النحل العالمية وكيف يمكن لذلك أن يؤثر على إنتاج الغذاء في العالم.

يُعتبر هذا التقييم هو الأول في سلسلة من التقييمات الطموحة في مجال التنوع الحيوي التي يأمل المنبر الدولي للعلوم والسياسات في مجال التنوع الحيوي في أن تسهم في المساعدة في صناعة القرار. تسهم القيادة السياسية العليا التي توجد في المنبر الدولي للعلوم والسياسات في مجال التنوع الحيوي في زيادة احتمال أن تؤخذ نتائج التقييمات العلمية بجدية، كما تقول الأمين العام التنفيذي آن لاريجودري.

قامت عدة حكومات بإنشاء هذا المنبر في عام 2012 كاستجابة للقلق الذي عبر عنه المجتمع العلمي حول غياب الجهود الدولية للتصدي للمخاطر التي تهدِّد التنوع الحيوي. يضم المنبر حاليًا 118 دولة، وقد تم تأسيسه على نموذج اللجنة الدولية لتغير المناخ، حيث يضم العلماء وصناع السياسات بهدف مراقبة حالة التنوع الحيوي والموارد الطبيعية في العالم. هنالك شعور بالأهمية والإلحاح في عمل المنبر؛ فعلى سبيل المثال.. نسبة الأراضي التي تم فقدانها نتيجة تآكل التربة ارتفعت من 15% في عام 1991 إلى 24% في عام 2008.

وإحدى المهام الجوهرية التي يقوم بها المنبر الدولي هو تقييم المعرفة العلمية والاجتماعية والمحلية لتنوع أشكال الحياة على كوكب الأرض، والتنبؤ بكيفية تأثير التغيرات البيئية على الأنظمة البيئية والبشر. ومثل اللجنة الدولية لتغير المناخ، لن يقوم المنبر بإجراء دراسات خاصة به، بل سيعتمد ويبني على الدراسات الموجودة حاليًا، مثل تقييم الألفية للأنظمة البيئية الذي صدر في عام 2005، الخاص بالأمم المتحدة. يأمل المنبر أن يقوم بدمج استنتاجاته في نقاشات السياسات حول حماية الأنظمة البيئية والسعي وراء تحقيق النمو الاقتصادي المستدام.

سيتم إجراء دراسة لاحقة لدراسة الكائنات الملقِّحة تتعلق بالنماذج الخاصة بالتنوع الحيوي، التي ستتم مناقشتها من قبل مجموعة مستقلة من العلماء في هولندا في أكتوبر. ستقوم هذه الدراسة بمراجعة الطرق المستخدمة حاليًا في تقييم حالة التنوع الحيوي، مثل المحاكاة الحوسبية ومؤشرات وفرة الأنواع التي تُستَخدَم لحساب اللائحة الحمراء للأنواع المهددة بالانقراض، والتي ينشرها الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة (IUCN)، ومقره جلان بسويسرا.

سيسهم التقييم أيضًا في استكشاف الحاجة إلى نماذج محاكاة أكثر تعقيدًا للعمليات البيئية ونتائجها. يمكن أن تستخدم هذه النماذج مؤشرات اقتصادية واجتماعية مشابهة لما تقوم به اللجنة الدولية لتغير المناخ، مثل نسبة نمو المجتمعات أو استهلاك الغذاء لكل شخص. من شأن هذه المؤشرات أن تحسّن من قدرة علماء البيئة على التنبؤ بالتوجهات المستقبلية في التنوع الحيوي، وقياس تأثيرها على المجتمع، ومقارنة السيناريوهات المختلفة.

تقول لاريجودري أن المنبر الدولي يهدف إلى استكمال أول تقييمين بنهاية عام 2015، وهو هدف تقرّ بأنه «طموح جدًّا». هناك بعض القضايا الأخرى المقترحة للتقييمات القادمة وسيتم مناقشتها في اجتماع المنبر في يناير، ومنها تآكل وإعادة تأهيل الأراضي، وإجراء تقييمات إقليمية في إفريقيا وأوروبا، وكذلك دراسة الأنواع الغازية.

في كافة التقييمات التي يجريها سيهدف المنبر إلى تحديد الثغرات في المعرفة العلمية، ويخطط المنبر للإسهام في تغطية هذه الثغرات من خلال عقد اجتماعات سنوية للمنظمات البحثية والمؤسسات المانحة لمناقشة النتائج واقتراح الجهود المستقبلية للبحوث التي يمكن تمويلها.

يهدف المنبر العالمي للعلوم والسياسات في مجال التنوع الحيوي للتميز عن بقية التقييمات –وكذلك عن اللجنة الدولية لتغير المناخ– عن طريق دمج المعرفة التقليدية والعلوم الاجتماعية في دراسات التقييم. يقول دوجلاس ناكاشيما، رئيس وحدة المعارف التقليدية في منظمة الأمم المتحدة للعلوم والثقافة والتربية (اليونسكو) ومقرها باريس، أنه يتم في العادة تجاهل المعارف التقليدية في التقييمات البيئية، لكن هناك أمثلة عديدة على القيمة العظيمة لمثل هذه المعارف حول الأنظمة البيئية المحلية.

يُشير ناكاشيما، الذي سيقوم بمساعدة المنبر في هذا الصدد، إلى استخدام الحرائق من قبل السكان الأصليين في أستراليا لإدارة أنظمة السافانا الاستوائية كمِثال. اعتقد العلماء في السابق أن الحرائق تعتبر ذات تأثير مدمر على البيئة لكنهم يدركون الآن أنها تساعد بعض الأنواع الطبيعية على التكاثر والانتشار. وتقول لاريجودري في هذا السياق «قدرتنا على إدراج معرفة كهذه سيكون مؤشرًا رئيسيًّا على نجاح المنبر في عمله».

يشعر توماس بروكس ـ رئيس العلوم في الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة ـ بقلق، لأن موازنة المنبر ـ التي تبلغ 43.5 مليون دولار أمريكي على مدى خمس سنوات تم التعهّد بنصفها فقط حتى الآن ـ تُعتبر «قليلة جدًّا». ويخشى بروكس أن تُخَصَّص حصة الأسد من هذه الموازنة للتقييمات، مما يترك القليل جدًّا للنشاطات الأخرى، مثل دعم القدرات الرقابية على التنوع الحيوي في الدول الفقيرة ويقول: «هناك حاجة إلى تخصيص أكثر توازنًا للموارد».

ويحث بروكس المنبرَ أيضًا على تطوير معايير توجيهية، لتمكين شركاء ـ مثل الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة ـ من تقديم الخبرات والإسهامات العينية، كتوفير الموارد البشرية لإجراء هذه التقييمات.

تقول لاريجودري إن حوالي 40% من الموازنة (ما يعادل 1.2 مليون دولار عام 2014)، سيُخَصَّص لتحسين قدرات المراقبة، وتضيف قائلة إن تلك المعايير التوجيهية المطلوبة لتحقيق المشاركات ـ التي لا تعوق الإسهامات العينية ـ سيتم الانتهاء منها في اجتماع المنبر الدولي للعلوم والسياسات في مجال التنوع الحيوي في يناير القادم. تقول لاريجودري إن الإسهام في جهود حماية التنوع الحيوي مفتوح لرجال الأعمال أيضًا. ■

دراسات حول الفيتامينات

بعد عقود من الدراسة، ما زال الإجماع غائبًا بين الباحثين حول ما إذا كانت المكمِّلات الغذائية مفيدة صحيًّا بالفعل، أم لا.

مِليندا وينِّر موير

ILLUSTRATION BY GARY NEILL



في عام 1911، اكتَشف عالِم الكيمياء الحيوية البولندي كازيمير فانك سبّب مرض عصبي كان لا يزال غامضًا آنذاك، عُرِف باسم "بري بري"، حيث كان شائعًا في المناطق التي كان المصدر الأساسي للسعرات الحرارية للبشر فيها هو الأرز المقشور، أو «المُبَيَّض». قام فانك بإطعام مجموعة من الحمام المريض بمادةٍ كان قد عزلها من قشور الأرز، وخلال 12 ساعة، كان الحمام قد تعافى. وبناءً على ذلك.. أشار[1] فانك إلى أن بعض الأمراض ـ بما في ذلك بري بري، والإسقربوط ـ قد نشأ بسبب نقص في المغذيات، مثل تلك التي وجدها في قشور الأرز، واعتبر هذه المواد الكيميائية «فيتامينات ضرورية».

على الرغم من أن الكثيرين تَبَنُّوا فكرة أن الفيتامينات يمكنها منْع أو علاج أمراض معينة، إلا أن المنظومة الطبية قد ثارت ضده: فقد قام زملاء فانك في معهد ليستر للطب الوقائي في لندن بالتشكيك في نظريته، وحاولوا منعه من استخدام مصطلح فيتامين في أبحاثه. وأشارت افتتاحية عام 1917 في دورية «جورنال أوف ذي أمريكان ميديكال أسوسييشَن» إلى أنه رغم أن مصطلح "داء عَوَزِيّ" قد أصبح شائعًا، إلا أن مفهومه هو «شرح غامض تم قبوله بسهولة من قبل غير المُمَحِّصِين»[2].

لا أحد يشكِّك اليوم في أن فيتامين بي[1] يمكنه منع مرض البري بري، أو أن فيتامين سي يمنع مرض الإسقربوط، ولكن الرأي العلمي حول استخدام الفيتامينات من قِبَل الملايين من البشر الذين يبدون ظاهريًّا بصحة جيدة أكثر انقسامًا من ذي قبل.

نشرت دوريّة «آنالز أوف إنترنال ميديسن»[3] في افتتاحيتها العام الماضي نقطة مهمة في صلب الموضوع، وفيها أن الباحثين في جامعة جونز هوبكنز في بالتيمور، ميريلاند، وغيرها من المعاهد، قد صرحوا عن يقينٍ بأنّ الشعب الأمريكي يجب أن «يتوقف عن إهدار المال» على الفيتامينات المُكمِّلة. وعلّلوا ذلك بأن الأبحاث لم تثبت فوائدها، الأمر الذي يرجع جزئيًّا إلى أن معظم البشر في الدول الصناعية يتمتعون بتغذية جيدة. وفي غضون أشْهُر، نشأ هجوم مضاد، في مقدمته أسماء لامعة في علوم التغذية والكيمياء الحيوية، من بينها بروس إيمز في مستشفى أطفال معهد بحوث أوكلاند في كاليفورنيا، ووالتر ويليت من جامعة هارفارد في كمبريدج، ماساتشوستس، قالوا إن نقص الفيتامينات ـ في الواقع ـ منتشر في الولايات المتحدة، وإن المكملات الغذائية يمكن أن تساعد على سد الفجوات الغذائية[4].

يرى اختِصاصيّ الوبائيَّات في جامعة هارفارد، مئير ستامبفر، الافتتاحية التي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هاجمت الفيتامينات بأنها «هراء»، ويقول: «لقد شعرت بالأسى لنشر مثل هذه الدراسة ضعيفة المستوى في دورية بارزة، وتسبُّبها في الالتباس».

هذا الجدل يثير تساؤلات مهمة حول جودة وأهمية أكثر من قرن من الدراسات. فكما يقول بول كوتس، مدير مكتب المكملات الغذائية في المعاهد الوطنية الأمريكية للصحة (NIH) في بيثيسدا ميريلاند: «سيكون هناك دائمًا وجهان لهذا الجدال، والسبب الرئيس في ذلك هو أننا لا نعرف الإجابات.. فليس لدينا أدلة بطريقة، أو بأخرى».

ترى أَدِلّة مجمَّعة ومستقاة من التجارب الإكلينيكية المُحكَمة ومزدوجة التعمية، والمقارنة بعلاج وهمي، أن المكملات الغذائية بالكاد تؤثر تأثيرًا مثبتًا على صحة البشر في البلدان المتقدمة، لكن الكثيرين يقولون إن النتائج تعكس أوجه قصور في البحوث، بما في ذلك ضعف تصميم التجارب، والخلط غير المناسب لأنواع مختلفة من البيانات، وسوء الفهم حول الكم الكافي من المغذيات، فتقول سوزان ماين، رئيس إدارة الوَبائيَّات المزمنة في كلية الصحة العامة بجامعة ييل في نيو هيفن، كونيتيكت، وعضو مجلس الغذاء والتغذية التابع لمعهد الطب، الذي يضع إرشادات التغذية الأمريكية، كتوصيات الكميات الغذائية المتناولة من الفيتامينات والمعادن: «كانت الأدوات التي نملكها في الماضي بدائية جدًّا، وكأننا كنا ننظر عبر نافذة متسخة، ذات ستائر مغلقة».

على الرغم من أن بعض العلماء يقولون إنه يمكن للباحثين استخلاص معلومات مهمة من بيانات التغذية المتاحة حاليًا، إلا أن البعض الآخر، مثل روبرت هيني، اختِصاصِيّ الغُدَدِ الصَّمّاء في جامعة كريتون في أوماها، نبراسكا، يقول إن معظم الدراسات الموجودة تحوي عيوبًا جسيمة، وإن المخطط بأكمله يحتاج إلى إصلاح منهجي.

يقول كوني ويفر، رئيس قسم علوم التغذية في جامعة بوردو في ويست لافاييت بإنديانا، وعضو مجلس الغذاء والتغذية: «إن تجارب التغذية لدينا لا تقدِّم إجابات للأسئلة الصحيحة، وبالتالي فإنها غير مناسبة. إن ما نستخدمه الآن من علم رديء للغاية».

والكالسيوم وفيتامين دي «منخفضة بما يشكل خطرًا على الصحة العامة». يناقش العلماء مدى أهمية هذا العوز دون الإكلينيكي، الذي يبدو منتشرًا. ينكر بيت ميلر، اختِصاصِيّ الوبائيّات في جونز هوبكنز، وجود هذه الأهمية، ويجادل قائلًا إنه حتى مع مستويات المغذيات الموصى بها من قبل الحكومة، فإن «عتبة ما يُعرف بالعَوَز هي على الأرجح غير صحيحة».

ومن المعروف أن المسوح المستخدَمة لتحديد نوع الطعام الذي يتناوله الناس وكمِّيته، لا يمكن الاعتماد عليها. ففي عام 2013، وجدت دراسة[7] «بلوس وان» أن بيانات كمية الطاقة المتناولة من 39 عامًا من دراسات NHANES كانت «غير منطقية فسيولوجيًّا» بالنسبة إلى أغلبية المشاركين، بسبب ضعف منهجية جمع التقارير.

تقول ماين إنه بالنسبة إلى بعض المغذيات، مِن شبه المؤكَّد أن بعض الناس «لا يحصلون بالفعل على ما يكفيهم»، وبالإضافة إلى ذلك.. فإن البحوث تشير إلى أن الأفراد الذين يتناولون كميات أقل من المتوسط، ولكن مستويات المغذيات لديهم طبيعية إكلينيكيًّا، يمكنهم الاستفادة من المكملات الغذائية. وقد قام باحثون في كلية الصحة العامة بجامعة هارفارد بتجنيد 672 من أخصائيِّي الصحة من ذوي التاريخ المرضي لأورام القولون والمستقيم الحميدة –وهو عامل خطر لسرطان القولون والمستقيم– لمعرفة ما إذا كان حمض الفوليك قد ساعد على الحَدّ من الورم، أم لا، حيث تناوَل نصف المشاركين ملّيجرامًا واحدًا من حمض الفوليك يوميًّا لمدة تتراوح بين 3 و 6.5 سنوات، وتناوَل النصف الآخر علاجًا وهميًّا (دواءً خاليًا من المواد الفعالة). لم يكن للمكملات الغذائية أي تأثير عندما تم فحص الجميع، ولكن الذين تلقوا أقل كمية من حمض الفوليك في بداية الدراسة، كانوا أقل عُرضة لخطر تكرار الإصابة[8].

من الأحيان. فعلى سبيل المثال.. فغالبية الدراسات المشمولة في المراجعة المنهجية[10] لعام 2009، التي تمت بتكليف من الحكومة الأمريكية؛ لتوضيح المبادئ الإرشادية لتناوُل فيتامين دي، لم تتضمن معلومات عن حالة خط الأساس، وبالتالي فإن المراجعة ربما تكون قد جمعت الأفراد الذين اختلفت استجاباتهم؛ وبالتالي فإنها قد خلصت إلى أن نتائج التجارب على فيتامين دي ـ بما لا يثير الدهشة ـ كانت «غير متناسقة»، (انظر: *Nature* **475**, 23–25; 2011)، ويُعلِّق هيني قائلًا: «هذه هي المسائل البديهية الخاصة بالتصميم، التي تحتاج إلى أن تُوضع في الحسبان عند وضع دراسة، غير أن هذا لم يحدث».

التأثيرات الخَفِيّة

إنّ تناوُل المغذيات في مجموعات المقارنة مهمٌّ أيضًا، ولكن هذا الأمر غالبًا ما يتم تجاهله. فقد اختبر الباحثون آثار جرعات يومية من 1,000 ملج من الكالسيوم ـ جنبًا إلى جنب مع فيتامين دي ـ على مخاطر كسور العظام[11] لدى النساء، كجزء من مبادرة صحة المرأة للمعاهد الوطنية للصحة (WHI). ورغم أن بيانات NHANES في ذلك الوقت أشارت إلى أن متوسط كمية الكالسيوم المتناولة للنساء بعد سن اليأس كانت حوالي 600 ملج يوميًّا، فقد توصّل الباحثون بعد الدراسة العشوائية إلى أن النساء في مجموعة المقارنة كُنّ يتناولن في الواقع أكثر من 1,000 ملج في اليوم.

لم تُظهِر الدراسة أي فروق ذات دلالة إحصائية في خطر التعرض للكسور بين مجموعات التدخل ومجموعات المقارنة، ولكن «تصميم الدراسة كان من النوع الذي لا يُمكِّن أن يظهر أي شيء»، كما يقول هيني. ورغم ذلك.. فإن المراجعات المنهجية لا تزال تستعمل نتائج مبادرة

«كانت الأدوات التي نملكها في الماضي بدائية جدًّا، وكأننا كنا ننظر من خلال نافذة متسخة، ذات ستائر مغلقة».

الضربة القاضية

يُقَدَّر سوق الفيتامينات والمكملات الغذائية بحوالي 68 مليار دولار أمريكي عالميًّا. والمستحضرات مُتَعَدِّدة الفيتامينات هي الأكثر شعبية حتى الآن، ومعظم الأشخاص لا يتناولونها لعلاج أمراض العَوَز المشخَّصة، ولكن لتحسين أو الحفاظ على «الصحة العامة»، وهو الأمر الذي ذكره تقرير[5] مكتب المكملات الغذائية في العام الماضي. العَوَز الإكلينيكي، مثل الإسقربوط، نادر الحدوث في الدول الصناعية، ولكن بعض الأبحاث تشير إلى أن الكثير من البشر يعانون على الأقل من نقص طفيف في بعض العناصر الغذائية. ففي عام 2011، ذكر تحليل للبيانات[6] من مسح الصحة الوطنية وفحص التغذية التابع لمراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها (NHANES) أن أكثر من ربع سكان الولايات المتحدة لا يحصلون على ما يكفي من الفيتامينات إيه، أو سي، أو دي، أو إي، أو الكالسيوم أو المغنسيوم، وأن 97% لا يحصلون على ما يكفي من البوتاسيوم. وهو الأمر الذي حدا بواضعي إرشادات التغذية للأمريكيين ـ التي صدرت في عام 2010 ـ بالتحذير من أن الكميات التي يتناولها عامة الناس من البوتاسيوم والألياف الغذائية

ومن ناحية أخرى.. تشير دراسات كبيرة عديدة إلى أن فرط تناول المغذيات يمكن أن يكون خطيرًا. فقد تم تخصيص دراسة «ألفا–توكوفيرول بيتا–كاروتين» للوقاية من السرطان؛ لمعرفة مدى استفادة المدخنين من بعض المكملات الغذائية، وقد تبين أن الذين تناولوا 20 مليجرامًا من بيتا كاروتين (أسلاف فيتامين إيه) يوميًّا ـ أي 3 أضعاف الكمية اليومية المُوصَى بتناولها في الولايات المتحدة من فيتامين إيه ـ لمدة 5–8 سنوات كانوا، في الواقع، أكثر عرضة للإصابة بسرطان الرئة بـ18% من أولئك الذين تناولوا علاجًا وهميًّا[9]. والتفسير المحتمَل هو أن نواتج تكسر بيتا كاروتين بجرعات عالية يسبِّب تكاثر الخلايا.

توضح هذه النتائج واحدة من عديد من التعقيدات في أيض المغذِّيات. فعلماء التغذية يدركون الآن طبيعة منحنيات الخطر: المغذيات لها آثار مفيدة في الجرعات المنخفضة، وآثار سامة في الجرعات العالية، كما أن حجم الاستجابة يختلف أيضًا وفقًا للمكان الذي يقع فيه الأفراد على المنحنى بدايةً، وهو موضع خط الأساس لهم، غير أن هذا الأمر يتم تجاهله في كثير

صحة المرأة باعتبارها نتائج «سلبية».

تُسلِّط الدراسة الضوء على اثنين من العوامل المضلِّلة المحتملة الأخرى. الأول، هو أن المشاركين في الدراسة أكثر وعيًا بالصحة من غيرهم. ورغم أن المشاركين في تجربة WHI في المتوسط يستهلكون مستويات عالية نسبيًّا من الكالسيوم، فإن ما يقرب من 75% من النساء في الولايات المتحدة، اللاتي تتراوح أعمارهن بين 31 و50 لا يحصلن على 1,000 ملج من الكالسيوم يوميًّا من الغذاء، كما هو مُوصَى. والعامل الثاني هو أن الامتثال العلاجي للتعليمات غالبًا ما يكون منخفضًا، فحوالي 59% فقط من المشاركين لا يزالون يتناولون 80% على الأقل من الحبوب بحلول نهاية الدراسة، وبالتالي فأولئك الذين لا يلتزمون بتناول العلاجات الموصوفة قد يختلفون عن أولئك الذين يلتزمون بشكل كبير، الأمر الذي يؤدي إلى انحراف النتائج.

والتباين الوراثي هو عامل آخر مهم، إذ يقول ستيفن زايسل مدير جامعة معهد بحوث التغذية في كارولينا الشمالية بتشابل هيل، إن «كل شخص لديه حوالي 50,000 اختلاف في الجينات»، وأي عدد منها

قُصُور البيانات

لكل ادّعاء حول الفيتامينات، وَجَدَت الدراسات بعض الأدلّة السلبية عنه، ولكنْ معظم النتائج السلبية بها بعض المتغيّرات المضلِّلة.

«تناوُل مكمِّلات الكولين يعزِّز نمو مخ الجنين»

النتيجة السلبية: دراسة[15] تامّة العشوائية مزدوجة التعمية شملت 140 امرأة حاملًا لم تجد أي تعزيز لوظائف الدماغ لدى الرُّضَّع.

العامل المضلِّل: 44% من النساء لديهن متغيرات جينيّة تزيد احتياجهن إلى الكولين الغذائي بشكل كبير[16].

«تناوُل مكمِّلات الكالسيوم وفيتامين دي يقلِّل من خطر كسور العظام»

النتيجة السلبية: دراسة[11] مبادرة صحة المرأة للكالسيوم وفيتامين دي لم تجد أي تأثير لتناوُل المكمِّلات على خطر الإصابة بكسور الوِرْك.

العامل المضلِّل: قدَّر الباحثون أن مجموعة المقارنة تستهلك أقل من 600 ملج من الكالسيوم يوميًّا، بينما كان التناول الفعلي أكثر من 1,000 ملج.

«β–كاروتين يقلل من خطر الورم الغُدّي للقولون والمستقيم، الذي يمهِّد لسرطان القولون والمستقيم»

النتيجة السلبية: لم تجد الدراسة الإكلينيكية[17] لعام 1994، التي قسّمت 864 مريضًا على مجموعات علاج مختلفة شملت مكمِّلات بيتا كاروتين، أيَّ دليل على وجود فائدة، وبعض الأدلة على حدوث ضرر.

العامل المضلِّل: من بين غير المدخنين وغير المتعاطين للخمور، كان هناك انخفاض ملحوظ في خطر الإصابة بالورَم الغُدّي، لكنْ كانت هناك زيادة في الخطر لدى المدخنين ومتعاطي الخمور[18].

«تناوُل مكمِّلات مضادات الأكسدة يقلِّل من أخطار السرطان والوفاة»

النتيجة السلبية: التحليل[19] التجميعي لـ21 من الدراسات الإكلينيكية، التي تغطي عيِّنة مجمّعة تبلغ حوالي 91,000 شخص و8,800 حالة وفاة، لم تجد أدِلّة على وجود تأثير على معدَّل الوفيات.

العامل المضلِّل: لم يقم التحليل بتقسيم النتائج حسب الجنس، فقد يكون الرجال أكثر استفادة من المواد المضادّة للأكسدة من النساء[20].

يمكن أن يكون مهمًّا في عملية الأيض، إلا أن «عددًا قليلًا جدًّا من علماء الوراثة يجمعون معلومات عن النظام الغذائي، وعددًا قليلًا جدًّا من علماء التغذية يجمعون معلومات وراثية». وكشفت أعمال زايسل ـ على سبيل المثال ـ أن 44% من النساء لديهن متغيرات جينية تزيد بشكل ملحوظ من احتياجاتهن الغذائية من الكولين. لا عجب إذَن من أن نتائج الدراسة كانت غير متناسقة، وأن التقارير لا تحمل نتائج ذات مغزى (انظر: «قصور البيانات»). وبالإضافة إلى ذلك.. فإن آثار التداخل الغذائي ربما تكون خفية.. ففي حين أن دراسات العقاقير تقارن تأثير متعاطي العقار مع غير متعاطيه، فإن دراسات التغذية تقارن الجرعات العالية بالمنخفضة منها، لأن الجميع يأكل ويستهلك بعض المغذيات. وبالتالي، يصعب اكتشاف الفروق الدقيقة التي لها فترات كمون طويلة. وهذه القيود والاعتبارات تتراكم «بطريقة تجعل الدراسة مكدسة، وتَحُول دون إظهار أي نتائج ذات فائدة»، حسبما يقول اِخْتِصَاصِيُّ الكيمياء الحيويَّة بالز فراي، مدير معهد لينُس بولينج في جامعة ولاية أوريجون في كورفالس.

رؤية أوضح

كيف يمكن إذًا للعلماء تصميم الدراسات للوصول إلى حقائق عن المغذيات؟ في بحث[12] نُشر في دورية «نيوتريشن ريفيوز» في يناير الماضي، اقترح هيني مبادئ إرشادية، إذ يقول إن العلماء، أولًا وقبل كل شيء، يحتاجون إلى النظر في منحنى استجابة تغير الجرعة، فمن المهم للغاية قياس الحالة الغذائية الأساسية للمشاركين في الدراسة، وتتبُّع التغيرات مع مرور الوقت. ويقترح هيني أيضًا أن يستخدم الباحثون مشاركين ممن تكون لهم مدخلات أساسية مماثلة، الأمر الذي قد يحدّ من عدد الأشخاص الذين قد تنطبق عليهم النتائج، ولكن سيجعل البيانات أكثر وضوحًا.

إنّ قياس حالة المغذيات يمثل تحديًا إضافيًّا. فلننظر للكالسيوم مثلًا: فالجسم ينظم بعناية مستوياته في الدم، ويحافظ عليها ثابتة عن طريق سحبه من العظام عند انخفاض الكميات المتناولة. يقول هيني إنه من الممكن قياس مقدار ما يتم استهلاكه من خلال النظر إلى المؤشرات الحيوية الأخرى، مثل هرمون الغدة الدرقية، الذي ينشِّط سحب الكالسيوم من العظام، ولكن مثل هذه التجارب يمكن أن تكون مُكلفة.

يجب على الباحثين أيضًا التوصُّل إلى طرق دقيقة لقياس الكميات المتناولة من المغذيات أثناء الدراسة، وهذا يتطلب تقديرات أفضل للمغذيات في الأطعمة. يقول فراي إنّ قاعدة بيانات المغذيات الوطنية للتوصيات القياسية التابعة لوزارة الزراعة الأمريكية، التي تُعَد مصدرًا موثوقًا في البلاد لبيانات مكونات الأغذية، تبالغ في كميات فيتامين إيه في الأطعمة، لأن الوحدات القياسية المستخدَمة لا تأخذ في الحسبان التوافر الحيوي للمغذيات. كما أنها تتجاهل بعض المصادر الأخرى من الفيتامينات في الغذاء. فهي، مثلًا، لا تُقيِّم مستويات –25هيدروكسي كولي كالسيفيرول، وهو شكل من أشكال فيتامين دي الموجود في المنتجات الحيوانية.

والخبر السار.. هو أن العلماء قد وضعوا تقنيات لتحسين قياسات كل من حالة المغذيات، والكميات المتناولة. فقد قامت ماين وزملاؤها ـ على سبيل المثال ـ بإيجاد طريقة للتحليل الطيفي عن طريق الجلد؛ لتقييم مستويات أشباه الكاروتينات[13]، وتقول عنها: «يمكنك أن تفعل ذلك بدون تكلفة، فالجهاز يقوم بفحص جلد الأشخاص لمدة 30 ثانية؛ ليعطيك قراءات عن حالة المغذيات». أيضًا، يقوم الباحثون في جامعة بوردو ببرمجة تطبيق لهاتف ذكي يستطيع متابعة الطعام المُتناوَل، حيث يلتقط المستخدمون صورة لطبق الطعام، ويقوم التطبيق بتقدير وتسجيل المكونات الغذائية. وقد ثبت أن هذه التقديرات كانت أكثر دقة من التقارير الذاتية[14].

يحتاج الباحثون أيضًا للقيام بعمل أفضل من حيث وضع العوامل المضلِّلة في الاعتبار وحسابها. كذلك ينبغي تصميم المراجعات، للرد على أسئلة محددة حول جرعات محددة للمغذيات في مجتمعات معينة، حسبما يقول هيني. في الأساس، ينبغي عليهم أن يدرجوا فقط تلك الدراسات «المنطوية على مجموعة بيانات واحدة». وقد رعى مكتب المكملات الغذائية سلسلة من التقارير الفنية للتحقيق في التحديات المرتبطة بالمراجعات القائمة على الأدلة في مجال التغذية؛ وقد تم نشر ستة منها.

إذَن، فلنعُد إلى السؤال الأساسي. هل المكملات الغذائية عديمة الفائدة؟ الحالة الراهنة للبحوث لا تقدِّم سوى نصف جواب ملتبس: «ربما نعم» لبعض الأفراد، والمغذيات، والجرعات، و«ربما لا» لآخرين. يقول ماين: «التغذية مسألة معقدة، ولا أعتقد أننا بالضرورة سنجد وصفة واحدة تصلح للجميع»، ولكن الأدوات الجديدة في طور التنمية «يمكنها حقًّا تغيير نظرتنا إلى الموضوع». ويبقى السؤال الكبير هو: إذا ما توافرت للعلماء كل القطع التي يحتاجون إليها، فهل سيتمكنون من وضعها معًا؛ لعمل صورة واضحة ومتماسكة؟. ■

مِيليندا وينِّر مويِر محررة مقالات حرة في كولدسبرينج، نيويورك.

1. Funk, C. *J. State Med.* **20,** 341–368 (1912).
2. *J. Am. Med. Assoc.* **24,** 2040–2041 (1917).
3. Guallar, E., Stranges, S., Mulrow, C., Appel, L. J. & Miller, E. R. III *Ann. Intern. Med.* **159,** 850–851 (2013).
4. Frei, B., Ames, B. N., Blumberg, J. B. & Willett, W. C. *Ann. Intern. Med.* **160,** 807 (2014).
5. Bailey, R. L., Gahche, J. J., Miller, P. E., Thomas, P. R. & Dwyer, J. T. *JAMA Intern. Med.* **173,** 355–361 (2013).
6. Fulgoni, V. L. III, Keast, D. R., Bailey, R. L. & Dwyer, J. *J. Nutr.* **141,** 1847–1854 (2011).
7. Archer, E., Hand, G. A. & Blair, S. N. *PLoS ONE* **8,** e76632 (2013).
8. Wu, K. *et al. Am. J. Clin. Nutr.* **90,** 1623–1631 (2009).
9. The Alpha-Tocopherol, Beta Carotene Cancer Prevention Study Group *N. Engl. J. Med.* **330,** 1029–1035 (1994).
10. Chung, M. *et al. Evid. Rep. Technol. Assess. (Full Rep.)* **183** 1–420 (2009).
11. Jackson, R. D. *et al. N. Engl. J. Med.* **354,** 669–683 (2006).
12. Heaney, R. P. *Nutr. Rev.* **72,** 48–54 (2014).
13. Mayne, S. T. *et al. Arch. Biochem. Biophys.* **539,** 163–170 (2013).
14. Lee, C. D. *et al. J. Diabetes Sci. Technol.* **6,** 428–434 (2012).
15. Cheatham, C. L. *et al. Am. J. Clin. Nutr.* **96,** 1465–1472 (2012).
16. Zeisel, S. H. *Ann. Nutr. Metab.* **60,** 19–25 (2012).
17. Greenberg, E. R. *et al. N. Engl. J. Med.* **331,** 141–147 (1994).
18. Baron, J. A. *et al. J. Natl Cancer Inst.* **95,** 717–722 (2003).
19. Macpherson, H., Pipingas, A. & Pase, M. P. *Am. J. Clin. Nutr.* **97,** 437–444 (2012).
20. Hercberg, S. *et al. Arch. Intern. Med.* **164,** 2335–2342 (2004).



يحاول الباحثون استكشاف مصادر غير تقليدية للمياه العذبة؛ لريّ عطش العالم المتزايد.

كيرين شيرماير

في محاولة لمكافحة أزمة المياه الأزلية لبلاده، كتب الرئيس الإيراني حسن روحاني مغردًا عبر تويتر في نوفمبر الماضي: «نحن بحاجة إلى خطة للاقتصاد في استخدام المياه في الزراعة، ومنع الاستخدام المفرط لمياه الصنابير، وحماية مصادر المياه الجوفية، وحظر الحفر غير القانوني لآبار المياه».

ليست إيران وحيدة في هذا المجال. فمن جنوب غرب الولايات المتحدة إلى جنوب إسبانيا وشمال الصين، يهدّد نقص إمدادات المياه أجزاءً كثيرة من العالم. فهناك ما يقرب من 800 مليون إنسان لا يستطيعون الحصول على مياه شرب آمنة، و2.5 مليار إنسان ليس لديهم مرافق الصرف الصحي المناسبة.

ربما يزداد الوضع سوءًا في العقود القادمة. فمن المتوقع أن يرتفع عدد سكان العالم من 7 مليارات ـ مثلما هو الآن ـ إلى أكثر من 9 مليارات نسمة بحلول عام 2050، وذلك بينما يسلب تغير المناخ هَطْل الأمطار من أجزاء عطشى عديدة بالكوكب. وإذا ما ازداد احترار العالم درجتين مئويّتين فوق المستوى الحالي بحلول نهاية القرن، وهو ما يعتقد العلماء أنه مرجَّح للغاية، سوف يعاني حوالي خُمْس سكان العالم من نقص حاد في المياه العذبة.

يقول يوهان روكستروم، اختصاصي الموارد المائية بجامعة ستوكهولم، ومدير مركز ستوكهولم للتَّكَيُّف: «حتى بدون التغير البيئي العالمي، فإن إطعام 9 مليارات نسمة بحلول عام 2050 سوف يتطلب إضافة 2000–3000 كيلومتر مكعب من المياه العذبة في الزراعة، أي أكثر من إجمالي الاستخدام العالمي الراهن للمياه في الري. وهذا يعادل ثورة زراعية جديدة. فالمناهج المبتكرة ـ مثل ممارسات حصاد المياه ـ هي في غاية الأهمية للمستقبل».

تسعى معظم الدول إلى توسيع نطاق الوصول إلى مصادر المياه، من خلال الاستفادة بالمياه الجوفية التي توفر بالفعل جزءًا كبيرًا من إمدادات المياه العذبة لسكان العالم. وفي الوقت نفسه، يجرِّب البعض إعادة تدوير مياه الصرف الصحي في الزراعة واستخدامات أخرى، غير أن دولًا عديدة تأمل في استغلال مصادر غير تقليدية ـ تتراوح من الضباب إلى المحيط ـ لريّ عطشها. تنطوي بعض المناهج على صفقات وأعمال بمليارات الدولارات، بينما بعضها الآخر جهود محلية تتطلب القليل من التكنولوجيا المكلفة. ننظر هنا في خمس طرق لإنتاج المياه العذبة من مصادر غير عادية.

ثمن تحلية مياه البحر

مثل كل بلدان البحر الأبيض المتوسط، تتلقى إسرائيل معظم هَطْل الأمطار خلال أشهر الشتاء، لكن الشتاء الماضي لم يشهد تقريبًا سقوط أيّ أمطار. في الماضي، كان مثل هذا الجفاف يسبب مشكلات حادة لسكان إسرائيل، البالغين 8.2 مليون نسمة، غير أنه بفضل محطات تحلية مياه البحر التي أنشأتها إسرائيل على مدى العقد الماضي، لم تجفّ صنابير البلاد.

تُعتبر محطات «التناضح العكسي» الأربع في إسرائيل من أكبر وأكفأ مرافق تحلية المياه في العالم. وبحلول العام المقبل، من المتوقع أن توفِّر هذه المحطات أكثر من 500 مليون متر مكعب من المياه العذبة سنويًّا، وهو ما يقرب من نصف احتياجات إسرائيل. في عام 2012، وقّعت شركة «IDE تكنولوجيز» في كديما ـ وهي الشركة التي أقامت ثلاثًا من منشآت التحلية الإسرائيلية الحالية ـ اتفاقًا لتصميم محطة تحلية، كلفتها مليار دولار أمريكي قرب كارلسباد، كاليفورنيا. وعند اكتمالها بحلول عام 2016، سوف توفر المحطة المياه العذبة لنحو عُشْر سكان مقاطعة سان دييجو، البالغين 3.2 مليون نسمة.

لقد أصبحت تحلية المياه صناعة عالمية سريعة النمو، ومصدرًا أساسيًّا للمياه العذبة في الشرق الأوسط وأستراليا والولايات المتحدة وجنوب أفريقيا وإسبانيا في العشرين سنة الماضية، وبشكل متزايد في الهند والصين. ففي عام 2012، تجاوزت القدرة الإجمالية العالمية لمحطة التحلية القائمة بالفعل 80 مليون متر مكعب يوميًّا، وهو ما يكفي لتزويد حوالي 200 مليون شخص بالماء.

يقول جاري إيمي، مدير مركز تحلية المياه وإعادة استخدامها بجامعة الملك عبد الله للعلوم والتكنولوجيا (KAUST) في ثول، بالمملكة العربية السعودية: «ما يقرب من نصف سكان العالم يعيشون في نطاق 100 كيلومتر من سواحل البحار. لذا.. لا يمكن أبدًا تجنُّب تحلية المياه. إنّ تحلية المياه ستبقى هنا، وستصبح حتمًا أكبر نطاقًا»، غير أنّ تحلية المياه ـ بأي طريقةٍ كانت ـ تستهلك طاقةً أكثر بكثير من مصادر المياه التقليدية.. فإنتاج متر مكعب من المياه الصالحة للشرب يستهلك ما يزيد قليلًا عن 3 كيلووات ساعة من الطاقة في أكفأ محطات التحلية التجارية بالتناضح العكسي، حيث يتم ضغط مياه البحر غير المرشَّحة عبر سلسلة من الأغشية شبه المنفذة، لكن عملية تَبَخُّر مياه البحر في المحطات الحرارية تتطلب حوالي 10 كيلووات لإنتاج الكمية نفسها من المياه الصالحة للشرب. بعض الدول الغنية بالنفط لا تُمَانِع في تحمُّل السعر المرتفع.. فصناعة تحلية المياه في المملكة العربية السعودية، مثلًا، تحرق حاليًا نحو 300 ألف برميل من النفط يوميًّا.

يحاول المهندسون تحسين تكنولوجيا التناضح العكسي باستخدام مكونات، مثل مضخات الطاقة المنخفضة والأغشية المتطورة. بعضها يجري تجارب باستخدام أغشية مصنوعة من الجرافين (صفائح كربون بسُمْك ذَرَّة واحدة)؛ لتحلّ محل البوليمرات المستخدَمة حاليًا. كما أن هناك جهودًا جارية عالميًّا للتحول من الوقود الأحفوري إلى مصادر الطاقة المتجددة في عملية تحلية المياه.

وحتى مع تلك التطورات، سوف تبقى تحلية المياه مكلفة، كما تقول ماريا كنيدي، خبير معالجة المياه بمعهد الأمم المتحدة لتعليم (علوم) المياه في دلفت، هولندا. وتُتابِع بقولها: «لا أحد يقرِّر اللجوء إلى التحلية، ما لم تكن خياراته الأخرى قد نفدت».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


DANIEL BEREHULAK/GETTY

الحجاج الهندوس يتجمعون للاستحمام في نهر الجانجا.

تنقية ضفاف الأنهار

في يوليو وأغسطس من كل سنة، يتوافد ملايين الحجاج الهندوس إلى المدينة المقدسة هاريدْوار في الهند، لزيارة معابدها، وجلْب الماء من نهر الجانجا. لا تستطيع طبقات المياه الجوفية التي تزوّد المدينة بالمياه العذبة مواكبة التدفق السنوي للبشر، ولذلك هناك حاجة إلى مصدر آخر. وبدورها، توفِّر لنا ضفاف نهر الجانجا حلًّا.

استخدم الألمان بامتداد نهر الراين ضفة النهر لتصفية المياه منذ سبعينات القرن التاسع عشر. وهذا الأسلوب واضحٌ ومباشر: عندما تُحفَر آبار بجانب النهر في مناطق مناسبة جيولوجيًّا، ترشَّح مياه النهر من خلال الرمل والحصى اللذين يستبعدان معظم الملوثات الكيميائية والحيوية، وهكذا تخرج المياه نظيفة نسبيًّا.

يقول ساروج شارما، مهندس البيئة بمعهد المياه التابع للأمم المتحدة: «قد لا تفي المياه المعالَجة دائمًا بمتطلبات جودة المياه»، لكن عندما يكون النهر نظيفًا نسبيًّا والظروف الجيولوجية مواتية، كما في هاريدْوار، قد لا تحتاج المياه سوى كمية ضئيلة من التطهير، كما يقول شارما.

سوف تضطر الهند إلى زيادة استخدامها لأنظمة معالجة المياه الطبيعية. وتوفِّر المياه الجوفية حاليًا 85% من موارد المياه المحلية للبلاد، لكن الإمدادات آخِذة في الانخفاض بسرعة، فخلال 20 عامًا، سوف تتدهور بشكل فادح حوالي 60% من جميع طبقات المياه الجوفية في الهند، وفقًا لما ورَدَ عن البنك الدولي.

ينظر الباحثون الآن في تحسين كفاءة تقنيات تنقية المياه الطبيعية، وإعادة استخدامها في الهند، كجزء من مشروع ساف باني Saph Pani، وهو مشروع بحث وتطوير تعاوني، كلفته 6.5 مليون دولار، ويغطي 9 مواقع في البلاد، بتمويل من الاتحاد الأوروبي. تتراوح هذه الدراسات من ترشيح المياه عبر ضفة النهر بهاريدوار إلى معالجة مياه الصرف الصحي في الأراضي الرطبة الاصطناعية في حيدر أباد.

تقنية عتيقة

إقليم تيجراي في شمال إثيوبيا معروفٌ بجفافه، ونتيجة لذلك.. شهد الإقليم مجاعات متكررة، إلا أنه لم يعد سكان قرية كورارو يواجهون نقصًا في المياه، بفضل تكنولوجيا قديمة مستوردة.

جلب أبمانو لال ـ مدير مركز المياه بجامعة كولومبيا في نيويورك ـ هذه الطريقة إلى قرية كورارو، كجزء من مشروع قرى الألفية الذي تقوم به الجامعة، والذي يسعى لمكافحة الفقر والجوع في أفريقيا من خلال جهود يقودها المجتمع المحلي. فبينما كان يبحث عن طريقة لتزويد مجتمع القرية بالماء، استلهم لال أعمال المياه المعروفة بـ«القنوات»، التي اخترعها المهندسون الفُرْس قبل أكثر من 2000 سنة. هذه الأنفاق المفصلة بدقة تحمل المياه الجوفية من ارتفاعات عالية، وصولًا الى الوديان والسهول الجافة؛ وبعض هذه النظم القديمة ما زال قيد الاستخدام في إيران، وأجزاء من شبه الجزيرة العربية. في عام 2009، وبتمويل قدره 250 ألف دولار من مؤسسة سيل ومايكل بوليتزر، بدأ طلاب الهندسة في فريق لال بتصميم نسخة حديثة من القنوات في كورارو.

تقع القرية والحقول المحيطة بها على منحدر رملي، على بُعْد بضعة كيلومترات من منحدرات جبلية حادة، حيث يتلقى الإقليم هَطْلًا شحيحًا من الأمطار، ما عدا في شهري يوليو وأغسطس، عندما تسبِّب السيول تآكلًا سيئًا للتربة. في الماضي، عمد القرويُّون إلى تخزين مياه الأمطار في خزانات، لكن الكثير من هذه المياه تبخَّر سريعًا، وأصبحت المياه الباقية في كثير من الأحيان ملوثة.

وللالتفاف حول هذه المشكلات، صمَّم طلاب جامعة كولومبيا ـ بمساعدة مهندسين إثيوبيّين وقرويين محليين ـ منظومة من السدود الصخرية الصغيرة في أعلى الجبل؛ للسيطرة على جريان المياه السطحي، والسماح لمياه الأمطار بالتسرب إلى باطن الأرض.

يتدفق الماء عبر الجبال إلى خندق بعرض ثلاثة أمتار، وعمق ثلاثة أمتار، ويمتد من سفح الجبل إلى أسفل المنحدر إلى القرية على بُعْد 4 كيلومترات. وهذه المنظومة التي يمكن أن تستوعب 36 ألف متر مكعب من المياه، تعمل منذ ثلاث سنوات. يعيد الخندق شحن المياه الجوفية حول كورارو، وبالتالي يزوِّد القرويين بالماء للشرب والزراعة. وقد مكَّن تَوَفُّر المياه القرويين من إضافة موسم زراعي آخر، كما يكمل احتياجات الري من الماء أثناء فترات الانقطاع في موسم الأمطار.

يقول لال: «مثل أرباب بناء القنوات الفارسية القديمة تمامًا، أنشأنا طبقة من المياه الجوفية، حيث لم تُوجد هناك في الواقع أي طبقة قبل ذلك. وتتم تصفية المياه الجوفية بواسطة الرمل. والماء الذي أنتجناه هو من نوعية مياه الشرب النقية».

يقول ألبرتو مونتاناري، عالِم الهيدرولوجيا بجامعة بولونيا في إيطاليا: «إنّ شُحّ المياه غالبًا ما تسبِّبه الأمطار المتفرقة، وليس الافتقاد الفعلي للمياه. والتحدِّي إذَن هو ابتكار حلول مستدامة لتخزين المياه؛ ليكون هناك احتياطي لموسم الجفاف. ومشروع كورارو مثالٌ ممتاز لكيفية القيام بذلك».

ومع انتشار أخبار نجاح الخطة، تخطِّط مجتمعات القرى الأخرى في تيجراي لبناء تقنيات مشابهة. وحسب لال، يمكن تطبيق هذه الطريقة في عديد من المواقع مع وجود ما يناسبها من تضاريس وهيدرولوجيا، بما فيها معظم مرتفعات أفريقيا شبه القاحلة. وينظر لال الآن إلى ما وراء أفريقيا، حيث يُجْرِي محادثات مع ولاية جهارخند بشمال شرق الهند؛ لتطوير قناة هناك.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تخضير الصحراء

تَستخدِم الزراعةُ أكثر من ثلثي المياه العذبة في كوكب الأرض، وبالتالي فإن فكرة ممارسة الزراعة التي تنتج من المياه والطاقة أكثر مما تستهلك تبدو أروع من أن تكون حقيقةً، لكن في صحراء قطر، أظهر العلماءُ أنّ المياه المالحة وأشعة الشمس يمكن أن تُنْتِجا غذاءً ومياهًا نظيفة في دورة مكتفية ذاتيًّا.

ومشروع غابة الصحراء (SFP) ـ وهو شركة نرويجية بدأت في عام 2009 بدعم من شركة أسمدة يارا، الكائنة في أوسلو، وشركة قطر للأسمدة في مسيعيد ـ يُشغِّل منشأة تجريبية بتكلفة 8.5 مليون دولار خارج الدوحة. وفي العام الماضي، أنتجت صوبانة تجريبية أقيمت بمساحة 700 متر مربع محاصيل خضراوات مماثلة لمحاصيل الصوبات الزراعية التجارية بأوروبا، وفقًا لمشروع غابة الصحراء.

تعمل الصوبات الزراعية عادة كمصيدة للحرارة، لكن العكس هو المطلوب في أماكن ساخنة مثل قطر. في منشأة مشروع غابة الصحراء، تقوم مياه البحر بالحيلة. فالمياه المتدفقة عبر الأنابيب من الخليج على بُعد 100 متر فقط تتقطَّر خلال شبكة في الجانب المواجِه للريح من الصوبة. ومع تبخُّر الماء، يترطب الهواء الداخل إلى الصوبات، ويبرده بحوالي 10 درجات مئوية، ليُنشئ مناخًا داخليًّا مناسبًا لزراعة الخضراوات، كالخيار والطماطم. تنمو محاصيل أخرى ـ كالشعير والجرجير ونباتات صحراوية مفيدة ـ بين السياجات في اتجاه الريح من الصوبة.

عندما تبرد الصحراء ليلًا، يتكثف الماء على الأسطح داخل الصوبة، ويتم جمعه لأغراض الري والشرب. وينتج مرفق تحلية المياه في الموقع مزيدًا من المياه العذبة، كما تأتي الكهرباء اللازمة لتشغيل هذه التجهيزات بأكملها من الطاقة الشمسية.

يَعتقِد يواكيم هايجه ـ الرئيس التنفيذي لمشروع غابة الصحراء بأوسلو ـ في إمكانية توسيع نطاق تطبيقات المفهوم نحو إنشاء واحات خضراء في

«تَستخدِم الزراعةُ أكثرَ من ثلثي المياه العذبة في كوكب الأرض».

المناخات الصحراوية، التي هي ـ بخلاف ذلك ـ معادية للزراعة. ويقول: «إن إنتاج 60 هكتارًا من الخضراوات بالصوبات يمكن أن يضاهي كميًّا استيراد قَطَر السنوي من الخيار، والطماطم، والفلفل، والباذنجان».

كما تعمل الشركة النرويجية مع حكومة الأردن؛ لإقامة منشأة تجريبية على مساحة 20 هكتارًا، تشمل وحدة صوبات تجارية، ومركزًا للبحث والابتكار في العقبة. يقول هايجه إنه سيكون بإمكان منشأة تجارية أكبر إنتاج فائض من الكهرباء يمكن تصديره إلى الشبكة العامة.

قد ينجح المفهومُ في أيّ مكان جاف ومُشْمِس قرب مستوى سطح البحر، وبالتالي سيتميّز بتكاليف ضخ منخفضة. وحتى مع ذلك.. تظل صوبات المياه المالحة تجربة في الوقت الراهن، حسب قول نينا فيدوروف، مدير مركز زراعة الصحراء بجامعة الملك عبدالله للعلوم والتكنولوجيا. وتضيف: «المفهوم مثير للاهتمام، لكنه لا يزال طريقًا مكلفًا لإنتاج المواد الغذائية، قد لا يكتسب جاذبية تجارية ضخمة».



جامع لمياه الضباب في التلال أعلى ليما، عاصمة بيرو.

MARIANA BAZO/REUTERS/CORBIS

حصاد الضباب

لطالما كان على نساء قرية توهكيا الجبلية الصغيرة في جواتيمالا القيام برحلة شاقة إلى أسفل الوادي خلال أشهر الشتاء الجافة؛ لنَقْل المياه العذبة لأسرهن أعلى التلال، لكنهن الآن يحصلن على المياه من خلال استخلاص الرطوبة من الضباب، الذي غالبًا ما يلف منطقتهن.

يمكن لمتر مكعب من الضباب أن يحتوي على حوالي نصف جرام من الماء السائل، ومن السهل حصاده نسبيًّا، إذ يمكن للوحة شبكية رأسية كبيرة جمْع قطرات الماء، بينما تدفع الرياح سُحُب الرطوبة من خلال أليافها. تكون قطرات الماء صغيرة في البداية، فتتجمع وتنمو، ثم تجري في ممر أنبوبي إلى أسفل، ومنه إلى مستودع تخزين.

على ارتفاع 3300 متر فوق سطح البحر، حيث الشتاء عاصف وجاف، لكنه ضبابي غالبًا، تُعتبر توهكيا موقعًا مثاليًّا لاستخدام هذه التقنية. وبمساعدة الباحثين من مشروع «فوج كوست» FogQuest غير الربحي في كاملوبس، كندا، ثبَّت سكان توهكيا 35 جهازًا لجمْع الضباب منذ عام 2006. وتنتِج هذه ما معدله 6300 لتر من المياه الصالحة للشرب يوميًّا ـ وهو ما يكفي حوالي 30 أسرة خلال موسم الجفاف ـ وأكثر من ذلك كثيرًا في موسم المطر عندما تتجمع مياه الأمطار أيضًا في مستودعات التخزين.

يَلْقَى جَمْع الضباب رواجًا بمناطق جافة موسميًّا تفتقد مصادر أخرى للمياه العذبة. وقد بُنيَت أول لوحات شبكية بسيطة في ستينات القرن الماضي ببلدة ميناء أنتوفاجاستا في شمال شيلي. وحاليًا، هناك 35 دولة تستخدم هذه التقنية، خاصة على امتداد ساحل المحيط الهادئ بأمريكا الجنوبية والوسطى، وفي جبال أطلس بالمغرب، وعلى الهضاب العليا بإريتريا، ونيبال.

يمكن أن تأتي التحسينات من مواد شبكية متطورة، مثل ألياف نفاذة قابلة للاختراق، طوّرها علماء بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج؛ لدى اختبارها في شيلي، جمعت هذه الألياف ضبابًا بمعدل خَمْسة أضعاف ما تجمعه الشبكة التقليدية. وفي صحراء ناميب بناميبيا، استخدمت شبكات ثلاثية الأبعاد، طوّرها علماء معهد تكنولوجيا النسيج وهندسة العمليات في دِنكِندورف بألمانيا، وحققت رصيدًا من المياه أكثر من الشبكات العادية بحوالي ثلاثة أضعاف.

وحتى مع تلك الأنواع من المكاسب في جَمْع المياه، لن يحلّ حصاد الضباب مشكلة نقص المياه في شيلي، أو أي بلد آخر، لكنه يمكن أن يوفِّر طريقة بسيطة ومستدامة لإنتاج مياه عذبة بمناطق شبه قاحلة تفتقد خيارات مصادر المياه الأخرى، حسب قول أوتّو كلِمّ، عالِم المناخ بجامعة مونستر بألمانيا.

يقول أوتّو كلِمّ: «إذا كانت الظروف المناخية مناسبة، والأهم.. إذا أمكن تدريب السكان المحليين على صيانة المرافق بشكل مستقل؛ فهذه التقنية لديها القدرة على تزويد المجتمعات الريفية بمياه عذبة لا تُقَدَّر بمال على مدار السنة». ■

كيرين شيرماير يكتب لدوريّة *Nature* من ميونيخ في ألمانيا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

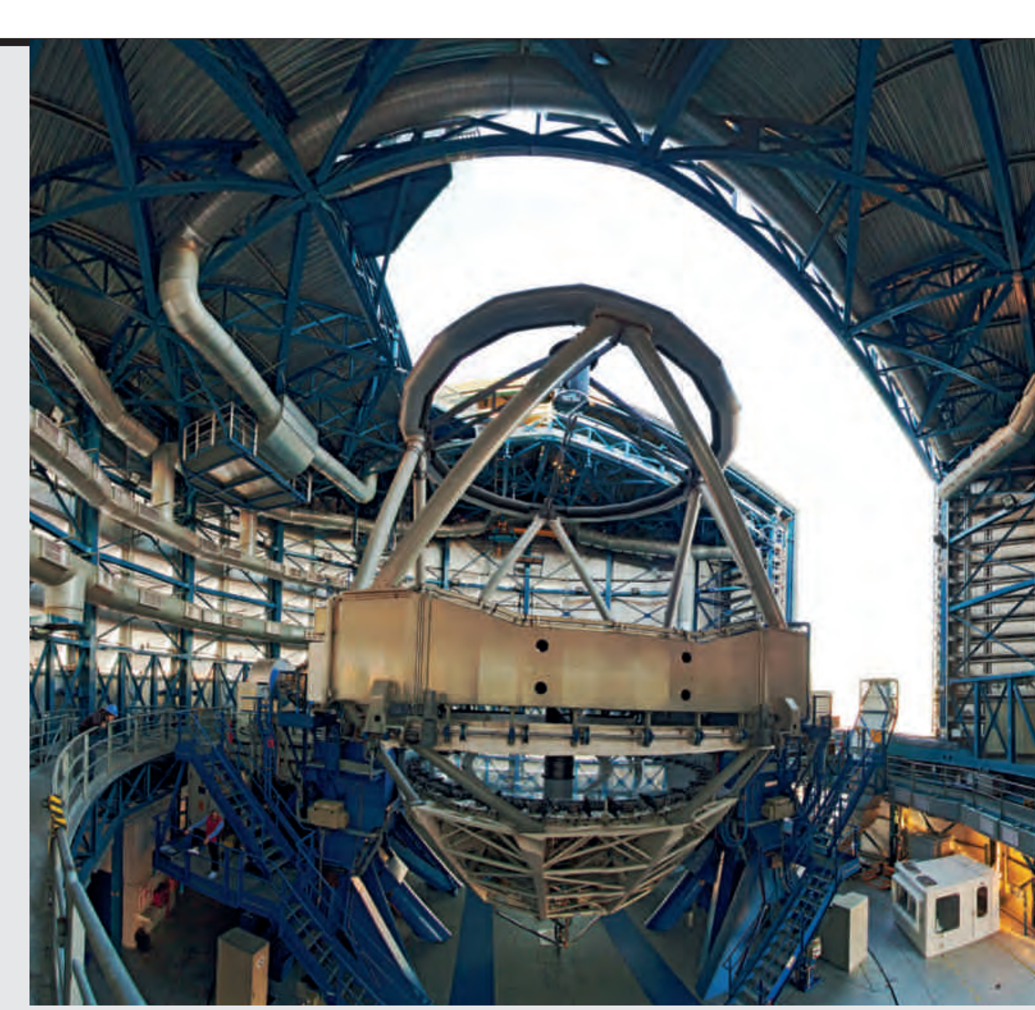
كبار لاعبون

رغم المشكلات الكثيرة في عدة بلدان، تَزدهِر في أمريكا الجنوبية جيوبٌ للتفوق العلمي.

قد يبدو من الهرطقة قول هذا في أرض هذه اللعبة الجميلة، لكن العِلْم في البرازيل يتفوق على كأس العالم، على الأقل في سباق التمويل. تَستثمِر الحكومة والشركات هناك حوالي 27 مليار دولار أمريكي سنويًّا في مجالات العلوم والتكنولوجيا والابتكار، مما يفوق كثيرًا تكلفة بطولة كرة القدم، التي تبلغ حوالي 15 مليار دولار.

قطعت العلومُ في البرازيل، والعديد من بلدان أمريكا الجنوبية، شوطًا طويلاً منذ الأيام المظلمة لعهد الديكتاتوريات قبل جيل واحد فقط. ففي الأرجنتين، قفز عدد درجات الدكتوراة في العلوم حوالي عشرة أضعاف بين عامي 2000 و2010؛ كذلك ضاعف علماء بيرو رصيدهم من المقالات التي أُنتجت خلال الفترة نفسها؛ في حين يتصاعد تمويل العلوم في معظم البلدان بشكل عام.

وما زال أمام علوم أمريكا الجنوبية طريق طويل، إذا كانت تأمل في إدراك القارات الأخرى. وحسب عديد من المعايير - مثل الاستثمارات، وبراءات الاختراع، والتعليم - تتخلف الدول هناك عن دول أخرى ذات مستويات مماثِلة من الناتج المحلي الإجمالي (GDP). وتلوح في الأفق ملامح عدم استقرار في بلاد معينة، مثل الأرجنتين، والبرازيل، حيث تعكس الاحتجاجات الأخيرة انقسامات اجتماعية واقتصادية عميقة، وهي مشكلات يعاني منها جزءٌ كبير من أمريكا الجنوبية، لكن في خضم هذه المخاوف، هناك عديد من النقاط المضيئة في عالم العلوم. وهنا، تُلْقِي «*Nature*» الضوءَ على أمثلة عديدة من الباحثين البارزين، والمؤسسات المتميزة في القارة.



المرصد الأوروبي الجنوبي يُشغِّل التليسكوب الكبير جدًّا بشمال شيلي.

B. TAFRESHI/ESO

شيلي

المسار الصاعد

ميشيل كَتّنزارو

عندما أنهى ماريو حَمْوي درجته الجامعية في شيلي سنة 1982، كان هو الوحيد في البلاد الراغب في متابعة دراساته العليا في علم الفلك. والآن، يلتحق أكثر من 25 طالبًا شيليًّا بمثل هذه البرامج سنويًّا، ويدير حموي معهد الألفية للفيزياء الفلكية في سانتياجو، الذي يضم 95 من الطلاب وأعضاء هيئة التدريس.

خلال مسار حموي المهني، ظهرت شيلي لاعبًا رئيسًا في دنيا علم الفلك الدولي، بدور غير هَيِّن، بسبب المجموعة الاستثنائية من التليسكوبات الموجودة في مرتفعات البلاد. يقول دانتي مِنيتي، الفلكي بجامعة شيلي الكاثوليكية البابوية في سانتياجو: «لقد احتلت الفيزياء الفلكية صدارة العلوم في شيلي، بفضل

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

CDFM/FAPESP

شبه موصل من أكسيد الزنك، ثمرة مشروع لمؤسسة أبحاث سان باولو

البرازيل

مطرقة سان باولو الثقيلة

جوليانا ميراندا

رغم أن البرازيل تضاهي أوروبا في الحجم، إلا أن الكثير من الأبحاث الرائدة في أكبر دول أمريكا الجنوبية يصدر من منطقة بحجم الجزيرة البريطانية، وهي ولاية سان باولو، في جنوب البرازيل، وهي أغنى ولايات البلاد الست والعشرين، إذ ينشر باحثوها أكثر من نصف إنتاج البرازيل من المقالات العلمية. أحد الأسباب الرئيسة لنجاحها هو مؤسسة أبحاث سان باولو (FAPESP)، وكالة ولاية سان باولو التي تعزِّز الأبحاث والتعليم. في عام 2013، استثمرت المؤسسة 512 مليون دولار في تمويل العلوم، أي أكثر من عدة دول في المنطقة. (على المستوى الاتحادي، بلغت ميزانية مجلس البرازيل الوطني للتطوير العلمي والتكنولوجي حوالي 650 مليون دولار للعلوم والتكنولوجيا والابتكار في عام 2014).

أُنشِئت مؤسسة أبحاث سان باولو في عام 1960، ولديها تيار من التمويل يكفله دستور ولاية سان باولو، الذي يفرض تخصيص 1% من عائدات الضرائب للمؤسسة. وقد ألهم نجاحها في تعزيز الأبحاث والتعليم الولايات البرازيلية الأخرى.. فجميع الولايات، عدا واحدة، لديها الآن مؤسسة مماثلة، وفرضت غالبيتها تمويلًا مرتبطًا بالضرائب.

توجِّه مؤسسة أبحاث سان باولو 37% من تمويلها للبحوث الأساسية في مجالات تتراوح من تغير المناخ إلى فيزياء الجسيمات. ويذهب حوالي 10% من تمويلها إلى البِنْيَة التحتية، ويُوَجَّه الباقي إلى البحوث التطبيقية، كما يُكرَّس ما يقرب من ثلث ميزانيتها الإجمالية للبحوث الطبية.

يقول كارلوس إنريك دي برِتو كروز، المدير العلمي لمؤسسة أبحاث سان باولو: «من السمات الفارقة في عمل مؤسسة أبحاث سان باولو أننا نستثمر الكثير في مجال العلوم الأساسية. نحن نؤمن بالتوازن [بين البحوث الأساسية والتطبيقية]».

أحدث مشروعات المؤسسة الكبرى الذي أُقِرّ تمويله مؤخرًا، هو تليسكوب أمريكا اللاتينية ذو المجموعة الراديوية الملِّيمترية الطويلة، وهو مشروع مشترك بين البرازيل والأرجنتين، سيتلقى 12.6 مليون دولار من المؤسسة، ومثلها من وزارة العلوم البرازيلية. وينظر مجلس مؤسسة أبحاث سان باولو في استثمار 40 مليون دولار أخرى في تليسكوب ماجلان العملاق، الذي يُخطَّط لبنائه في شيلي، وهذا من شأنه أن يتيح لعلماء الفلك بمؤسسة سان باولو استخدامه.

ربما ينظر المسؤولون عن العلوم في الدول الأخرى بحَسَد إلى تمويل المؤسسة المضمون. يقول مارتين بولياكوف، مسؤول العلاقات الخارجية، ونائب رئيس الجمعية الملكية بلندن: «نموذج مؤسسة أبحاث سان باولو مثير جدًّا للاهتمام بالنسبة لنا، لأن سان باولو هي إحدى الولايات القليلة في العالم التي يرتبط فيها دعم البحوث مباشرةً بالناتج المحلي الإجمالي».

يقول واندرلي دي سوزا، عالِم الطب الحيوي بجامعة ريو دي جانيرو الاتحادية، وعضو الأكاديمية البرازيلية للعلوم، إن الوكالات الإقليمية ـ كمؤسسة أبحاث سان باولو ـ تؤدي دورًا مهمًّا جدًّا في البرازيل. «إنها تجعل البحوث ممكنةً، حتى لو شَحَّتْ مصادر التمويل الاتحادية».

تشق البرازيل طريقها جاهدةً مع وجود اختلافات اقتصادية واسعة بين مختلف أقاليمها، وهذا ما ينعكس على ميزانيات العلوم الإقليمية. ومؤسسة أبحاث سان باولو لديها أكبر ميزانية من بين كل وكالات البحوث الإقليمية، لكن هذا لا يقلل من الاستثمارات الاتحادية في الولاية، حسب قول كليليو كامبولينا، وزير العلوم والتكنولوجيا والابتكار، الذي يضيف: «نريد تحسين قدرات الولايات الأخرى، لكننا نريد أيضًا مكافأة التفوق».

لقد أثار نمو مؤسسة أبحاث سان باولو السريع بعض المخاوف بين علماء سان باولو الذين يشتكون من زيادة البيروقراطية، لكن المسؤولين بالمؤسسة يدافعون عن أدائها، ويقولون إنهم يعملون على تحسين إجراءاتها.

يقول بريتو كروز إنها كلها جزءٌ من جهد يرمي إلى إنتاج أعمال عالية الجودة، فـ«نحن نطمح إلى إنجاز أفضل المشروعات». ■

علوم أمريكا الجنوبية
عدد خاص من نيتشر
nature.com/southamerica

وفرة الموارد البشرية وحقيقة أن عندنا أصفى سماء في العالم».

ورغم أن شيلي استثمرت 0.44% فقط من الناتج المحلي الإجمالي في البحث العلمي سنة 2011، وهي آخر سنة تتوافر لها البيانات، نما تمويل الفيزياء الفلكية بشكل مُطَّرِد، من مليوني دولار في 2006 إلى 6.8 مليون دولار في 2010. وخلال الفترة نفسها، تضاعف عدد أعضاء هيئة التدريس تقريبًا، كما تضاعفت مطبوعات علماء الفلك في البلاد أكثر من أربعة أضعاف خلال العقد الماضي.

كذلك تحسنت نوعية الإنتاج العلمي، إذ تشغل شيلي مرتبة عالية عالميًّا من حيث عدد الاستشهادات الأكاديمية بكل مقال صادر عن علمائها في مجال علوم الفضاء. وقد حقق بعض علمائها اكتشافات مهمة. ففي أوائل التسعينات، قدم حموي إسهامًا علميًّا مهمًّا؛ ساعد علماء آخرين في قياس التمدد المتسارِع للكون؛ والفوز بجائزة نوبل في 2011، بينما يُعتبر مِنّيتي هو أحد قادة مشروع تليسكوب فيستا VISTA للمسح بالأشعة تحت الحمراء في مرصد بارانال بشمالي شيلي، التابع لمنظمة الفضاء الأوروبية، الذي أنتج دليلًا (كتالوج) لأكثر من 84 مليون نجم بالأجزاء الوسطى بمجرة درب التبانة.

تجذب سماء شيلي الصافية التليسكوبات الدولية منذ عام 1964. وبحلول 2020، حيث من المقرر أن يكتمل التليسكوب الأوروبي الكبير للغاية، يُتوقع أن تستضيف البلاد 70% من سطح (مساحة) المشاهدة العالمية للتليسكوبات البصرية، وتليسكوبات الأشعة تحت الحمراء الكبيرة.

وبحُكْم العقود المبرمة، يحصل فلكيو شيلي على 10% من وقت المشاهدة لكل تليسكوب مثبت في البلاد، لكن بعض علماء الفلك يقولون إن هذا قليل جدًّا، باعتبار ما توفره البلاد لمنظمات تشغيل التليسكوبات.

تقول مونيكا روبيو، مدير برنامج علم الفلك لوكالة التمويل الشيلية «كونيسيت» CONICYT: «لقد أعطت هذه البلاد مزايا هائلة للمجموعات الدولية، تتراوح من الإعفاء الضريبي الكامل إلى الصفة الدبلوماسية. لقد حان الوقت لأنْ تشارِك شيلي على نحو أكثر فعالية».

تقول روبيو إن هناك إجماعًا بين علماء شيلي على التطلع، ليس فقط نحو استخدام المراصد الفلكية، بل نحو بنائها أيضًا، من خلال شركات محلية ومهندسين محليين. وهناك خطة أخرى تعمل عليها روبيو، وهي تطوير واحة أتاكاما الفلكية، كمنطقة محمية بمساحة 36347 هكتارًا حول مرصد مجموعة أتاكاما الكبيرة الملِّيمترية/دون الملِّيمترية، التي تخطِّط وكالة التمويل «كونيسيت» لجذب تليسكوبات المستقبل إليها من البرازيل والولايات المتحدة، وربما أيضًا من الصين، وكوريا الجنوبية، وتايلاند.

وهناك عديد من علماء الفلك قلقون من حوكمة العلوم في شيلي. فوكالة «كونيسيت» ليس لها مدير منذ استقالة خوسيه ميجيل أجيليرا منذ ثمانية أشهر، ورئيسة البلاد الجديدة، ميتشيل باتشيلِه، جَمَّدَت خططًا لإنشاء وزارة للعلوم (انظر: *Nature* **507**, 412–413; 2014). يقول مِنّيتي: «إنها أوقات جيدة لعلم الفلك في شيلي، لكن الحفاظ على الزخم سيتطلب مزيدًا من دعم الحكومة المستدام». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كولومبيا

مركزٌ للنمو

ليسا بالمر

في وادي كاوكا بغرب كولومبيا، يمضغ قطيع من الأبقار الضخمة في مزرعة بيتيكي (Petequi) الأعشابَ الخضراء بعيدًا، إذ تبدو كما لو كانت تنمو هناك منذ الأزل، لكن النباتات تبدو وافدًا جديدًا نسبيًّا، فهي من أصناف أعشاب السوبر الأفريقية، التي تم تهجينها لتعزيز التغذية وقوة الاحتمال على يد الباحثين بالمركز الدولي للزراعة المدارية (CIAT)، الذي يبعد أقل من 50 كيلومترًا إلى الشمال.

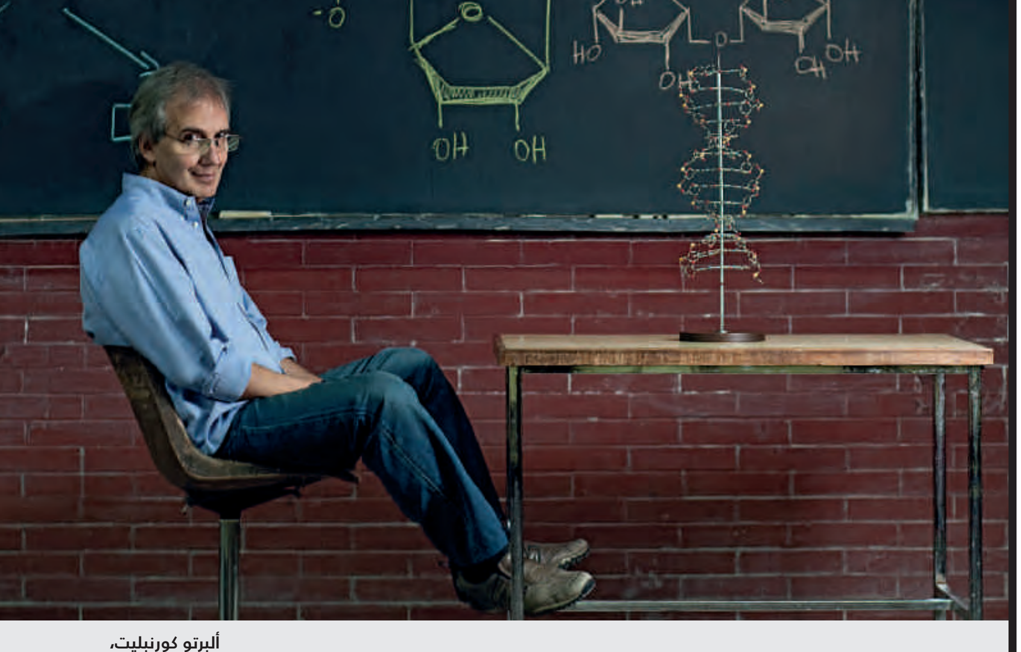
كانت أبقار بيتيكي تستغرق سابقًا أربع سنوات للوصول إلى الوزن المطلوب في السوق. والآن، يتم تسمينها في 18 شهرًا فقط. القصة هي نفسها بجميع أنحاء «سيرادو»، أو سافانا (مراعي) أمريكا الجنوبية. أحدثت الأعشاب المحسَّنة ثورة في الأعلاف المدارية بمختلف أنحاء القارة، بفضل عمل الباحثين بالمركز الدولي للزراعة المدارية جنبًا إلى جنب مع المشروع البرازيلي للبحوث الزراعية، وهي شركة برازيلية مملوكة للدولة، حسب قول إدواردو تريجو، خبير الاقتصاد الزراعي، والمستشار العلمي لوزارة العلوم والتكنولوجيا والابتكار الأرجنتينية في بوينس آيرس. يقول تريجو: «لقد كان المركز الدولي للزراعة المدارية أحد الفاعلين الأساسيين في تطوير سافانا أمريكا الجنوبية».

أُنشئ المركز الدولي للزراعة المدارية في عام 1967، وكانت المنشأة في كولومبيا من أولى المراكز المنخرطة في المجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية (CGIAR)، وهي اتحاد لمراكز البحوث الزراعية الدولية. يوظف المركز الدولي للزراعة المدارية 325 عالمًا، وتبلغ ميزانيته السنوية 114.4 مليون دولار، يقدمها صندوق المجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية، الذي يتلقى تبرعات من عدة مانحين، وجهات مانحة دولية أخرى.

وبالإضافة إلى عمله في الأعشاب، ركَّز المركز الدولي للزراعة المدارية على تربية أصناف محسَّنة من الفاصوليا والأرز والكسافا، وهي محاصيل غذائية أساسية، تُعتبر مهمة للأمن الغذائي لفقراء الريف. يقول روبن إتشِيبِرّيا، مدير عام المركز الدولي للزراعة المدارية: «لقد ثبت أن تحسين هذه المحاصيل وراثيًّا سلاح قوي لمكافحة الجوع والفقر». فمثلًا، الفاصوليا التي طوَّرها المركز من أصناف أمريكا اللاتينية تغذِّي الآن حوالي 30 مليون شخص في أفريقيا، حسب ما أورده المركز.

وحوالي 70% من أرز أمريكا الجنوبية، و90% من كسافا آسيا، يمكن تَتَبُّعها إلى برنامج هذا المركز لتربية المحاصيل. يقول آندي جارفيس، الرائد ببحوث السياسات بالمركز الدولي للزراعة المدارية: «تولِّد الكسافا الآن أعمالًا، قيمتها مليارات الدولارات؛ لإنتاج النشاء في آسيا؛ مما يوفِّر دَخْلًا لأصحاب الحيازات الصغيرة».

ساعد المركز أيضًا في نمو الخبرات في القارة وغيرها؛ فمنذ افتتاح المركز، تم تدريب حوالي 13 ألفًا من الباحثين هناك، وكان لمنشآته دور فعّال في بناء قدرات علماء فسيولوجيا النبات بالبلدان الأكثر فقرًا بمنطقة الأنديز، حسب قول تريجو. ■



ألبرتو كورنبليت، رائد في أبحاث الحمض النووي الريبي.

VERA ROSEMBERG

الأرجنتين

«المباحث» الرِّيبِيّة

أليشو باياك

يحِبّ عالِم الأحياء الجزيئية ألبرتو كورنبليت وضْع الأمور في نِصَابها، إذ يقول معترفًا من مكتبه في بوينس آيرس: "قد نكون على أطراف عالَم البحث العلمي، لكن الإنتاج العلمي ليس مستحيلًا علينا هنا". في الواقع، هو والباحثون حوله في مجال التضفير البديل (Alternative Splicing) للحمض النووي الريبي (RNA) ـ وهو مجالٌ ساعَدَ في تكوينه ـ أظهروا أنه بإمكانهم إجراء أبحاث على المستوى العالمي، رغم ضيق الميزانيات الحكومية، وتأخُّر إيصال الكواشف الكيميائية لثلاثة أشهر، التي تكلِّف ثلاثة أضعاف كلفتها في الولايات المتحدة وأوروبا.

ومِثل مختبر كورنبليت، يستخدم التضفير البديل للحمض النووي الريبي الموارد المحدودة بطرق مبتكرة. فمن خلال أنماط متنوعة من القطع والوصل، يمكن لجين واحد منسوخ أن يؤدي إلى عديد من الأحماض النووية الريبية المراسلة المختلفة، مما يتيح بالتالي لجين واحد التعبير عن بروتينات مختلفة. وجد كورنبليت إحدى الحالات الأولى من هذه العملية في البشر عندما كان زميلًا في بحوث ما بعد الدكتوراة بالمملكة المتحدة. وقد عاد إلى الأرجنتين في عام 1984، وحشد مجموعة من الباحثين، واصلوا استكشاف هذا المجال.

كان 2014 عامًا جيدًا بالنسبة إلى مجموعته. فقد نُشِر لكورنبليت وتلميذه بالدكتوراة إيزيكيل بِتريّو ورقة بحثية بدورية "ساينس" الدولية في إبريل الماضي حول كيفية تأثير الضوء في التضفير البديل في النباتات (E. Petrillo *et al*. *Science* http://doi.org/s2d; 2014). وفي شهر مايو الماضي، نشر جويندال دوجاردن ـ باحث بعد الدكتوراة من فرنسا (حالة نادرة بمختبر أرجنتيني) ـ دراسةً حول التضفير بدورية Molecular Cell أو الخلية الجزيئية (G. Dujardin *et al*. *Mol*. *Cell* **54**, 683–690; 2014).

يقول كورنبليت إن هذا العمل جزء من سلسلة متصلة. وهو يَعتبِر البحث العلمي في بلاده جزءًا من تقاليد طويلة بدأت مع برناردو هوسيه، ولويس لولوار، الفائزَيْن بجائزة نوبل في القرن العشرين، ويُزَيِّن اسماهما الآن الشوارع والمتاحف والجامعات بكافة أنحاء البلاد. يقول كورنبليت: "أدَّت المؤسسات العلمية التي أسَّسَاها إلى تخريج أجيال من التلاميذ الذين يواصلون الإنتاج العلمي اليوم".

يواصل كورنبليت هذا التقليد، جزئيًّا، إذ يُدرِّس مقررًا تمهيديًّا في الأحياء الجزيئية بجامعة بوينس آيرس. ويقول: "كان ذلك المقرر بمثابة حضانة للكثير من علماء الأرجنتين الشباب". لقد أغرى كثيرًا من الطلاب نحو التخصص، كما يقول دييجو جولومبك، عالِم الأحياء بجامعة كيلمز الوطنية في بوينس آيرس: "تخيَّل في اليوم الأول للدراسة، أنْ يجد الطلابُ الشبان أنفسهم أمام الباحث الأكثر شهرةً في البلاد، يُدرِّس الأحياء الجزيئية بحماس شديد. لقد كان لذلك تأثيرٌ قوي على الأجيال الجديدة من علماء الأحياء".

يقول بِتريّو، الذي غادر الأرجنتين لِتَوِّه إلى موقع بحثي آخر بجامعة فيينا الطبية بالنمسا، إنه سيفتقد الصداقة الحميمة بين مجموعة متماسكة من الباحثين في مجال الحمض النووي الريبي من المختبرات والجامعات بكافة أنحاء بوينس آيرس. ومنذ سنوات، وهؤلاء الباحثون الذين يطلقون على أنفسهم RNArgentinos ـ أي الأحماض النووية الريبية الأرجنتينية ـ ينظِّمون حلقات دراسية غير رسمية، ولقاءات لتبادل الأفكار والمشكلات والبروتوكولات والتقنيات.

يعترف كورنبليت بأن علماء الأرجنتين لا يمكنهم جميعًا العمل في وطنهم، وأنه يشجِّع طلابه على "نشر البذور في العالم"، كباحثين بمرحلة ما بعد الدكتوراة في الخارج، لكنه يطلب من طلابه استكمال دراسة الدكتوراة في الأرجنتين، ويقول إنه "لا ضرورة لمغادرة البلاد للحصول على الدكتوراة، فلدينا وزارة علوم قوية، وكثير من المنح الدراسية والإعانات، ومباني البحوث الجديدة. إنّ بِنْيَة الإنتاج العلمي في الأرجنتين ليست مزعزعة، بل لها ركائز عديدة". ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

العودة إلى الوطن

أسفرت الجهودُ الأمريكية الجنوبية لإعادة العلماء عن نتائج جيدة.

باربرا فريزر

UNIV. BUENOS AIRES EXACTAS COMUNICACIÓN

عندما غادرت أندريا براجاس الأرجنتين في سنة 2000، للحصول على زمالة أبحاث بعد الدكتوراة بجامعة مِتشيجان في آن أربور، لم تكن تعرف أين سينتهي بها الأمر في نهاية المطاف. فرغم أن شروط الزمالة تلزمها بالعودة إلى ديارها، كان اقتصاد الأرجنتين مقبِلًا على أزمة، ولم يكن هناك ضمان باستمرار التمويل الحكومي، ناهيك عن فرصة عمل عند عودتها، لكن المغامرة جاءت بنتائج جيدة.. فبحلول عام 2004، كان اقتصاد الأرجنتين قد بدأ ينتعش، وكان الرئيس قد تعهَّد باستثمارات جديدة في العلوم والتكنولوجيا. وعادت براجاس للتدريس بجامعة بوينس آيرس، وهي الآن عالِمة نانو في «كونيسِت» (CONICET)، المجلس الوطني للبحوث العلمية والتقنية بالأرجنتين.

هناك قصص مشابهة لآلاف الباحثين في جميع أنحاء أمريكا الجنوبية. فالبلاد التي شهدت فرار بعض أفضل علمائها الواعدين خلال عقود الدكتاتورية أو الأزمات الاقتصادية، قد عكست مسار هجرة العقول حاليًا، وذلك بإغراء الباحثين للعودة بعروض تتراوح بين تدريس قصير الأمد، وزمالات بحثية بمختبرات مجهزة تجهيزًا كاملًا، ورواتب تنافسية.

يقول لينو بارانِياو، وزير العلوم والتكنولوجيا الأرجنتيني: «بخلاف رأس المال النقدي، الذي يصعب استرداده بمجرد تَرْكه البلاد، فإن رأس المال الفكري يعود مع الفائدة المستحقة. فالباحث الذي قضى بضع سنوات خارج البلاد لديه التدريب وشبكات العلاقات، والوصول إلى أهم المؤسسات. ومن حيث الإنتاجية، يمكن أن يكون أكثر قيمة من باحث بَقِيَ في البلاد».

كانت البرازيل إحدى أوائل دول أمريكا الجنوبية استثمارًا في بناء قاعدة من الباحثين. فعندما التحق ليندولفو دي كارفاليو دياز كطالب بأول حلقة دراسية برازيلية في الرياضيات عام 1957، كان واحدًا من حوالي 50 مشاركًا في بلاد بها بضع جامعات، ولا برامج للدراسات العليا، لكن الحكومة كانت تتخذ خطوات كبيرة لسد الفجوة التعليمية. ففي أوائل الخمسينات، أنشأت المجلس الوطني للتطوير العلمي والتقني (CNPq)، وأطلقت حملةً لتشجيع التعليم العالي. ومنذ ذلك الحين، دفعت البرازيلُ تكلفة إرسال الطلاب إلى الخارج للدراسات العليا، مع إلزامهم بالعودة للتدريس وإجراء البحوث. أصبح كثير من العائدين أساتذةً ببرامج الدراسات العليا الجديدة، ورفعت البلاد إنتاجها من العلماء والمهندسين، كما تضاعف تقريبًا عدد درجات الدكتوراة الممنوحة سنويًّا في هذه المجالات بين عامي 2001 و2011.

وكمقياس للنمو العلمي في البلاد، تَجتذِب حلقةُ الرياضيات الدراسية حاليًا نحو ألف مشارك سنويًّا. وتَجتذِب معاهد البحوث في البرازيل مواهب محلية وأجنبية. حسبما ذكر دياز، الذي شغل منصب مدير المجلس الوطني للتطوير العلمي والتقني، وكذلك السكرتير التنفيذي لوزارة العلوم والتكنولوجيا.

ومِثْل البرازيل، ابتعثت الأرجنتين الطلاب إلى الخارج للدراسات العليا فترة طويلة، لكنها لم تكرِّس تمويلًا مستدامًا ومنسقًا للباحثين العائدين، مثل براجاس، إلا مؤخرًا. وتدير وزارة العلوم الآن برنامجًا يُسمى بالإسبانية RAICES («الجذور»)؛ لتشجيع الباحثين على العودة إلى الديار مع عروض بالعمل في مختبرات مجهزة تجهيزًا كاملًا، ورواتب تضاهي نظيرتها في الولايات المتحدة وأوروبا.

حتى الآن، عاد 1062 عالمًا أرجنتينيًّا. وقد ذهب معظمهم إلى الجامعات الحكومية، أو مراكز البحوث، رغم أن بارانياو يتوقع أن يتغيّر ذلك مع نهوض القطاع الخاص التكنولوجي في الأرجنتين. فصاحب العمل عادةً ما يوفِّر مرافق المختبرات،



أندريا براجاس في مختبر تكنولوجيا النانو.

في حين يدفع برنامج «الجذور» تكاليف الانتقال ورواتب مدعمة لبضع سنوات، وكحافز إضافي، يساعد أيضًا في تعيين الأزواج في وظائف مناسبة.

وفي شيلي، أقامت «المبادرة العلمية للألفية»، التي أُطلقت في عام 1999، مراكز للأبحاث المتميزة، وتعرض بعثات وزمالات دراسية في الخارج، مع التزام بالعودة إلى الوطن للعمل. كما أنشأت برنامجًا يُسمى «شيلي جلوبال» ChileGlobal، يتيح لعلماء شيلي إقامة شبكات تواصل في الداخل والخارج، من خلال المؤتمرات وأنشطة أخرى.

تجرِّب البلدان ذات ميزانيات العلوم الصغيرة هي الأخرى طرقًا لإعادة الباحثين من خلال مِنَح للزمالة الدراسية، والتواصل، والحوافز. ففي مارس الماضي، أعلنت وزارة العلوم والتكنولوجيا والابتكار في كولومبيا عن برنامج «حان وقت العودة» بكلفة 9 ملايين دولار لإعادة توطين العلماء. تقدِّم المبادرةُ وظائفَ بحثية في مختلف المجالات، وتأمل في إغراء 500 من حملة الدكتوراة الكولومبيين بالعودة في أول سنتين.

ورغم أن برامج «عَكْس» هجرة العقول تتخذ أشكالًا مختلفة، يقول بارانِياو إنّ الحل يكمن في تسخير خبرات وعلاقات وتجارب الباحثين خارج البلاد ـ كثير منهم تَلَقَّوا تعليمهم على الأقل جزئيًّا على نفقة دافعي الضرائب ببلادهم ـ بينما يتم توسيع مرافق وفُرَص البحوث في الوطن.

في نهاية المطاف، يَعتمِد نجاح هذه الجهود طويلة الأمد على مدى استعداد الحكومات والشركات لزيادة الاستثمار في البحوث، الذي صعد بشكل متواضع فقط بالنسبة إلى الناتج المحلي الإجمالي في معظم دول أمريكا الجنوبية. يقول بارانياو: «عليك إنشاء بيئة بحثية تنافسية بمراكز بحوث عابرة للتخصصات، وعالية الجودة. فحتى لو كنتَ تَعْرِض راتبًا جيدًا، أو تدفع نفقات الانتقال، فبدون تلك الظروف والمواصفات لن يعود الباحث الجيد إلى وطنه». ■

باربرا فريزر كاتبة مستقلة في ليما، بيرو.



حيث
تنمو
المعرفة

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

www.kacst.edu.sa

فيزياء الكَمّ جَدَل العلماء حول النتائج المترتِّبة على نظرية الترابطات الكَمِّيَّة **ص. 41**

علوم أمريكا الجنوبية تشجيع عودة العلماء لأوطانهم تنهض بالعلوم في أمريكا اللاتينية **ص. 44**

فنون دراسة مَسْحِيَّة عن الفن، مزوَّدة بالمعلومات، ومفعمة بالحيوية بواسطة العِلْم **ص. 46**

قياسات مرجعية جوناثان آدامز يُقَيِّم محاسن وعيوب استخدام التأثير العلمي **ص. 48**





الباحثة الإيطالية في الخلايا الجذعية الدكتورة إيلينا كاتّانيو

التصدي للعلوم الزائفة

إيلينا كاتَّانيو و**جيلبيرتو كوربيلليني** كانوا ضمن الأكاديميين الذين بذلوا جهوداً مضنية لحماية المرضى من علاجات الخلايا الجذعية المشبوهة. ويعرضان في هذا المقال تجربتهما وآراءهما حول النضال الطويل والمرير من أجل الاحتكام للأدلة الدامغة.

أكثر ما يرضي العلماء هو العمل لساعات طويلة على المكتب مع أقرانهم من العلماء، ولكن أحيانًا تفرض عليهم واجباتهم التزامات أخرى، حتى لو تسبب ذلك في تجاوز المواعيد النهائية التي تفرضها بعض المِنَح أو تلقي خطابات تهديد. وعندما أدى تراخي المعايير الطبية إلى تعريض منظومة الرعاية الصحية والمرضى في إيطاليا للخطر، كنا ضمن الذين تركوا مختبراتهم ومكاتبهم المريحة للنضال من أجل الاحتكام إلى الأدلة والبراهين القاطعة.

ظلت مؤسسة «ستامينا» Stamina Foundation، وهي مؤسسة خاصة في إيطاليا، تدعي منذ إنشائها في 2009 إمكانية تحويل الخلايا الجذعية المستخرجة من نخاع العظام البشرية إلى خلايا عصبية من خلال تعريضها لحمض الريتينويك وهو جزيء مهم في تطور الجنين. وكان يرى 'ديفيد فانوني'، مؤسس 'ستامينا' الذي لم يحصل على أي تدريب كعالم أو كطبيب، أن الحقن بهذه الخلايا يعالج حالات متباينة مثل مرض باركينسون وضمور العضلات muscular dystrophy والضمور العضلي النخاعي spinal muscular atrophy. ولم ينشر ديفيد أي بحث علمي في مطبوعة أو دورية محكمة. (لم نحصل على أي نتائج عند البحث في موقع PubMed باللغة في الإنجليزية عن اسم «فانوني» مع الكلمات المفتاحية «خلية جذعية» أو «خلية عصبية»). ونقل «فانوني» مختبره في أنحاء إيطاليا وخارجها مبدياً رغبته في العمل في الأماكن التي لا توجد فيها قواعد أو قوانين صارمة.

اكتشف العديد من العلماء ومسؤولي الحكومة أن بروتوكولات إعداد الخلايا في مؤسسة «ستامينا» معيبة، وافتقار تجارب الأدوية إلى الأدلة والبراهين القاطعة. ومع ذلك، تحملت مؤسسة الصحة الوطنية في إيطاليا تكلفة بعض هذه الإجراءات والتجارب، ووافق البرلمان الإيطالي على رعاية تجربة سريرية بتكلفة 3 ملايين يورو أو (3.9 ملايين دولار).

أغلب العامين الماضيين، عارضنا نحن والآخرون (خاصة إخصائيي الخلايا الجذعية باولو بيانكو Paolo Bianco وميشيل دي لوكا Michele De Luca) هذه العلاجات. وفي سبيل ذلك فوتنا مواعيد المنح واجتماعات مهنية مهمة لكي نعرض آراءنا ونثبت وجهة نظرنا. وتعلمنا تطبيق قدراتنا التحقيقية خارج تخصصاتنا العلمية، وعرفنا أهمية ◄

ملحمة «ستامينا» المريرة

محطات الصراع مع ادعاءات العلاج بالخلايا الجذعية في إيطاليا



FILIPPO MONTEFORTE/AFP/GETTY

2011
مؤسسة ستامينا التي أسسها ديفيد فانوني (في الصورة) تمارس نشاطها في مستشفى حكومي في بريشيا، إيطاليا

مايو 2012
وكالة الأدوية الإيطالية تغلق عمليات مؤسسة ستامينا لمخاوف تتعلق بالسلامة

مارس 2013
وزير الصحة الإيطالي يسمح باستمرار علاجات ستامينا؛ 13 عالمًا إيطاليًّا بارزًا في الخلايا الجذعية يكتبون خطاب احتجاج على القرار

مايو 2013
الحكومة الإيطالية توافق على رعاية التجربة السريرية لعلاجات ستامينا

يوليو 2013
اكتشاف أخطاء في بيانات طلب ستامينا لتسجيل براءة اختراع

أغسطس 2013
تعيين إيلينا كاتّانيو كعضو مدى الحياة في مجلس الشيوخ الإيطالي، واستمرار تحقيقات ستامينا

أكتوبر 2013
إيقاف التجارب بعد أن اكتشفت لجنة علمية مشكلات في بروتوكول ستامينا

ديسمبر 2013
اتخاذ قرار لتشكيل لجنة جديدة لإعادة فحص بروتوكول ستامينا

يناير 2014
باولو بيانكو وكاتّانيو وميشيل دي لوكا يفوزون بجائزة الخدمة العامة من الجمعية الدولية لأبحاث الخلايا الجذعية

أبريل 2014
النائب العام يوجه اتهامات لمؤسس ستامينا وآخرين بالاحتيال العمدي للاستيلاء على المال العام

مايو 2014
المحكمة الأوروبية لحقوق الإنسان تقرر بأنه لا حق للمرضى في الحصول على علاج لا تسانده أدلة علمية

◄ مهارات مساعدة غير العلماء في فهم قيمة الأدلة والدقة وتقييم المخاطر.

وجاءت آخر انتصاراتنا في 28 مايو مع إصدار حكم من المحكمة الأوروبية لحقوق الإنسان بأنه لا حق للمرضى في الحصول على علاج لا تسانده أدلة علمية. ولكننا لن نهدأ ولن يسكن لنا بالٌ. ففي بداية الشهر الحالي، تم تعيين «مارينو أندولينا» نائب رئيس مؤسسة «ستامينا»، في منصب مفوض بالإنابة في مستشفى بريشيا الحكومي في شمال إيطاليا الذي تعمل به مؤسسة «ستامينا»، حيث منحته إحدى المحاكم حكمًا بالموافقة على منح أحد الأطفال «علاجًا طوّرته مؤسسة 'ستامينا'».

يظل المرضى اليائسون معرضين دائمًا للاستغلال. ونأمل أن يساعد عرض تجربتنا والدروس التي تعلمناها بشق الأنفس الباحثين الآخرين على الانضمام إلى المعركة ضد العلوم الزائفة.

في مرمى الهجوم

لقد أدركنا ادعاءات مؤسسة «ستامينا» في أغسطس 2012، فقبل هذا التاريخ بثلاثة أشهر، أغلق المفتشون في وكالة الأدوية الإيطالية مقرَّ عمليات «ستامينا» في مستشفى بريشيا بعد أن قرروا أن تجاربها لإعداد الخلايا غير آمنة. لكن جماعات المرضى ردوا على ذلك برفع عدة قضايا، مطالبين بإتاحة «تجارب ستامينا» لأي شخص يعاني من مرض فتاك، وأن تتحمل مؤسسات الصحة الحكومية في إيطاليا تكلفة هذه التجارب.

في أغسطس 2012، قررت محكمة إيطالية إمكانية تلقي طفل يعاني من الضمور العضلي النخاعي للعلاج. ومنذ ذلك الوقت، كانت أحكام أغلبية المحاكم الخمسمائة التي لجأ إليها المرضى في صالح العلاج، وأمرت بإدارة هذا العلاج في مستشفى بريشيا.

في شتاء 2012، بدأنا نحن وآخرون تنبيه المرضى والسياسيين والصحافة من خلال كتابة المقالات وإجراء عشرات المقابلات والحوارات الصحفية كل أسبوع إلى حقيقة أن التجارب تفتقر إلى السوابق التشريعية والمسوغات العلمية ولا ترقى إلى استخدام الرأفة.

وبدأنا مع دي لوكا وبيانكو فحص مواقع الويب وصفحات الفيسبوك حتى ساعات متأخرة من الليل، واكتشفنا أنه بالرغم من أن «ستامينا» قدمت نفسها كمؤسسة خيرية خاصة، لكن عنوانها كان عنوان شركة تجارية اسمها ميديستي تم تغريمها بسبب إعلاناتها المضللة حول المكملات الغذائية. وبدأنا نجمع الأدلة التي تثبت أن 'فانوني' كان يحاول حشد مسؤولي الحكومة وأعضاء البرلمان لإعفاء تجاربه من الإشراف والرقابة التنظيمية، وإقرار بروتوكولاته غير المؤكَّدة عن طريق خطط الصحة الوطنية. كما اكتشفنا أيضًا رفض طلبات براءات الابتكار التي تقدمت بها «ستامينا» لأن الإدارة الأمريكية لبراءات الاختراع وجدت أنها غير محددة، مؤكدة في جزء من الأسباب ضعف احتمال حث الخلايا المستخرجة لشكل الأنواع المطلوبة من الخلايا في الظروف المحددة. ولكن لا أحد من الصحفيين أو سلطات الصحة العامة أو أطباء المستشفيات اكترث بالبحث والتحقق. وبدأنا نتحدث يوميًّا مع المسؤولين عن القسم الصحي في الشرطة الإيطالية.

مع بداية 2013 كان الذين يعترضون على نشاط «ستامينا» منا يتعرض للهجوم والانتقاد من «فانوني» ومن بعض وسائل الإعلام ويوصف بأنه يحول بين الأطفال والعلاج الذي ينقذ حياتهم. وتجاهل معظمهم الأدلة التي أنفقت مجموعتنا الصغيرة شهورًا طويلة في جمعها وتوزيعها. كنا نعلم أنه لا رحمة دون سلامة أو فعالية، وأنه ينبغي علينا أن نواصل توضيح الحقائق ومبرراتنا العقلية والمنطقية، وفي أغلب الأحوال، كنا نحاول تجنب الاستسلام للشعور بأننا فعلنا كل ما بوسعنا أن نفعله.

تجربة وهمية

أعددنا ملفات من 40 صفحة لكل سياسي وصانع قرار استطعنا الوصول إليه، وعقد البرلمان جلسات استماع للمدافعين عن «ستامينا» والمعارضين ليعرض كل منهم أدلته، وعجز «فانوني» عن تذكر أسماء الأطباء الذين عمل معهم.

في مايو 2013، وعدت الحكومة بدفع 3.9 ملايين دولار لتجربة سريرية رغم أن «فانوني» لم يقدم الأدلة من دراسات على الحيوانات أو الخلايا، أو حتى وضع بروتوكولات لإعداد الخلايا تحمي من التلوث. وهنا كانت المعضلة، فالتجربة برمتها كادت أن تصبح إهدارًا فادحًا للمال العام الشحيح، لكن بعضنا اعتقد أنها أفضل من حقن الأطفال بخلايا غير معروفة. على الأقل في التجارب الصارمة، سيتم إعداد الخلايا من قِبَل مختبر معتمد وفق ضوابط صارمة للجودة، ومن الممكن فحص البروتوكول.

في أغسطس 2013، عيّن الرئيس الإيطالي «جورجيو نابوليتانو» أحدنا (وهي إيلينا كاتّانيو) وعالم الفيزياء الفائز بجائزة نوبل «كارلو روبيا» كأعضاء مدى الحياة في مجلس الشيوخ وهي مناصب كانت تحجز عادة للسياسيين. وأتاحت هذه التعيينات، التي كانت ضمن جهود الدولة لتعزيز العلم في إيطاليا، لفريقنا من الباحثين الذين يحققون في ادعاءات «ستامينا» نفوذاً أكبر بين السياسيين.

وكشف «فانوني» امتثالاً لمتطلبات التجارب السريرية عن تجاربه الوهمية لإعداد الخلايا. واكتشفت لجنة علمية عينها وزير الصحة الإيطالي ضمن جملة من العيوب أن التجربة تضمنت وسائل خاطئة لتقييم هوية الخلايا، وافتقرت إلى الفحوصات الأساسية لمسببات الأمراض. وكان تحليل سابق للخلايا المجمدة من «ستامينا» قد وجد خلايا للدم دون أي خلايا عصبية. وتم إلغاء خطط التجربة في أكتوبر 2013.

في ديسمبر 2013، قضت محكمة أخرى بانحياز أعضاء أي لجنة هاجمت مؤسسة «ستامينا» علنًا من قبل، وطالبت بتشكيل لجنة أخرى لإعادة فحص البروتوكولات. وفي الشهر نفسه، قال وزير الصحة إن حالة 36 مريضًا عولجوا وفقًا لبروتوكولات «ستامينا» لم تتحسن. («فانوني» لا يزال يصر على أن حالة المرضى قد تحسنت).

في الشهر الماضي، نشرت الدورية الدولية للخلايا الجذعية *International Journal of Stem Cells* ورقة بحثية لمؤلف واحد هو أندولينا، تصف فيها طفلاً يعاني من مرض التدهور العصبي الحاد وحقن بخلايا جذعية من الأب (م. أندولينا، الدورية الدولية للخلايا الجذعية 2014؛ *Int. J. Stem Cells*, **7**,30-32). ولم تتضمن الورقة البحثية أي أرقام أو تجارب تفصيلية أو ملاحق تكميلية، ولكنها مع ذلك تؤكد أن حركات الطفل (وعلاقته مع والديه) قد تحسنت. ومما يثير الحيرة أكثر أن المؤلف صرّح بعدم وجود «مصلحة مالية متعارضة»، وفي الأسبوع الماضي، أرسل بعض العلماء شكاوى إلى الدورية حول هذه المخاوف.

في الوقت نفسه، لا تزال قضية «ستامينا» تتكشف شيئًا فشيئًا، فالشرطة الإيطالية تحقق في ادعاءات ضد المؤسسة من أقارب المرضى. ففي شهر أبريل الماضي وبعد تحقيق استمر أربع سنوات، اتهم النائب العام «فانوني» بالاحتيال والغش للاستيلاء على المال العام ، كما وجّه له التهمة مع بعض الأطباء والموظفين المدنيين بالتآمر الإجرامي. وسيقرر القاضي ما إذا كانت القضايا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

TIZIANA FABI/AFP/GETTY

أنصار حقوق المرضى في مسيرة في نوفمبر 2013 للمطالبة بإتاحة تجارب ستامينا العلاجية للمرضى

ستنتقل إلى المحاكمة أم لا، بينما يصر «فانوني» على براءته من هذه التهمة والتهم الأخرى.

النضال من أجل الحق

تكبّدنا في هذا النضال من أجل إظهار الحقيقة خسائر شخصية باهظة، فقد كانت الثمانية عشر شهراً الماضية متوالية من الأمل والإحباط والانتصار والغضب. لقد قضينا ساعات لا حصر لها في الحديث مع بعضنا البعض ومع السياسيين على الهاتف، سواء في اجتماعات مباشرة أو في مؤتمرات مرئية. أعددنا واشتركنا في إعداد ستة ملفات وعشرات العروض التقديمية. وأدلينا بحوارات مع الصحف ونشرنا مقالات الرأي المكتوبة بصورة أسبوعية تقريباً. وتبادلنا الخطابات والتعليقات مع مؤسسات المرضى، وأنشأنا علاقات مع الأطباء والمستشفى العام الذي كان يأوي أنشطة «ستامينا» والتي فصلت نفسها الآن عن «فانوني».

كنا نراجع الموقف بالتفصيل كل صباح. واضطررنا إلى الاستعداد لتغيير خططنا في الدقيقة الأخيرة عندما كسبت مؤسسة «ستامينا» التأييد الإعلامي أو السياسي أو التشريعي. ومنذ يونيو 2013، كانت اتحادات الطلاب وأساتذة الجامعات ومنظمو مهرجانات العلوم، واتحادات المرضى وغيرها من الجماعات تطلب منا إلقاء محاضرات حول قضية «ستامينا». ولم نرفض أبدًا أيًا من هذه الطلبات. وقدر كل منا ممن يديرون مجموعة بحثية (إيلينا كاتّانيو ودي لوكا وبيانكو) أن كل منا قد ضحى بنحو 60 إلى 80 أسبوعاً من وقت المختبر حتى الآن، وأجلنا تقديم أبحاثنا وأوراقنا العلمية. وكنا نتواصل غالبًا مع طلابنا وزملائنا في المختبر ليلاً وبالبريد الإلكتروني.

تعلمنا تجنب الظهور في البرامج التليفزيونية التي تطغى فيها الرسائل العاطفية القوية على المنطق المتماسك. وبعد عدة شهور، تلقى بعضنا رسائل تهديد وإهانات من أشخاص ظنوا أننا نفتقر إلى الرحمة بالمرضى المحتضرين. والبعض من هذه الخطابات كان جادًّا وخطيرًا لدرجة أننا قدمنا بها بلاغات للشرطة. وقدمت مؤسساتنا شكاوى من مجهولين يحومون حول مختبراتنا، وتعرضت جامعاتنا لهجمات إلكترونية غاضبة وبالبريد الإلكتروني.

لقد تبيّن لنا عدم جدوى الحصول على التأييد من المجتمع الدولي؛ لأن ذلك يعطي انطباعًا بأننا لا نثير فقط المتاعب والمشكلات في إيطاليا بل لدينا تأييد عالمي أيضاً. وقد عززت جائزة الجمعية الدولية لأبحاث الخلايا الجذعية التي فاز بها كل من إيلينا كاتّانيو وبيانكو ودي لوكا من مصداقيتنا في إيطاليا، وكذلك تصريحات العالم شينيا ياماناكا رائد أبحاث الخلايا الجذعية والفائز بجائزة نوبل ومطبوعات الدوريات العلمية.

إلا أن العثور على الحلفاء المناسبين والاستفادة القصوى منهم كان هو المهم بالنسبة لنا في إيطاليا. وكان ينبغي علينا أن نتحدث مع الجميع بغض النظر عن معرفتهم العلمية، ابتداءً من سائقي سيارات الأجرة إلى المحامين. ورحّب بعض الناس بالوثائق والمثابرة التي يتحلى بها أي عالم بصورة طبيعية، أما البعض الآخر فقد أراد الجدل حول القيم والآراء، وكان من الضروري احترام ذلك والتعامل معه، ومواصلة شرح الفرق بين الحقائق والاعتقادات الشخصية.

«كل منا قد ضحى بنحو 60 إلى 80 أسبوعاً من وقت المختبر حتى الآن».

كان مهمًّا بالنسبة لنا أيضًا في هذا النضال تعزيز العلاقات مع زملائنا من العلماء. وتعلمنا أن نكون أسخياء وكرماء، وأن نتذكر أننا جميعًا نشترك في هدف واحد. في القضايا العامة، لن يجدي أن يعتبر المرء نفسه أفضل من الجميع. ولهذا فإن الإجراءات السياسية والتعامل السياسي والتواصل الفعال والقوي يتطلب جبهة موحدة.

لكن الأمر يستحق كل هذا العناء. والآن بفضل حكم المحكمة الأوروبية وتحقيق مجلس الشيوخ في القضية التي بدأت قبل ثلاثة أشهر، يحق لنا أن نأمل في منع هذه العلاجات المشبوهة قريبًا في إيطاليا، بعد أن تم إلغاؤها في سويسرا في 2011 وكيب فيردي في بداية العام الحالي. ونحث كل العلماء على الدفاع عن الأساليب العلمية. فالعلم يعتمد على المؤسسات العامة، ويتم من أجل المصلحة العامة – ولدينا واجب الدفاع عن كليهما. ■

إيلينا كاتانيو أستاذة في قسم العلوم الحيوية ومدير مركز أبحاث الخلايا الجذعية في جامعة ميلانو بإيطاليا. جيلبيرتو كوربيلليني مؤرخ للطب وخبير في أخلاق الطب الحيوي في جامعة روما لا سابينزا، إيطاليا

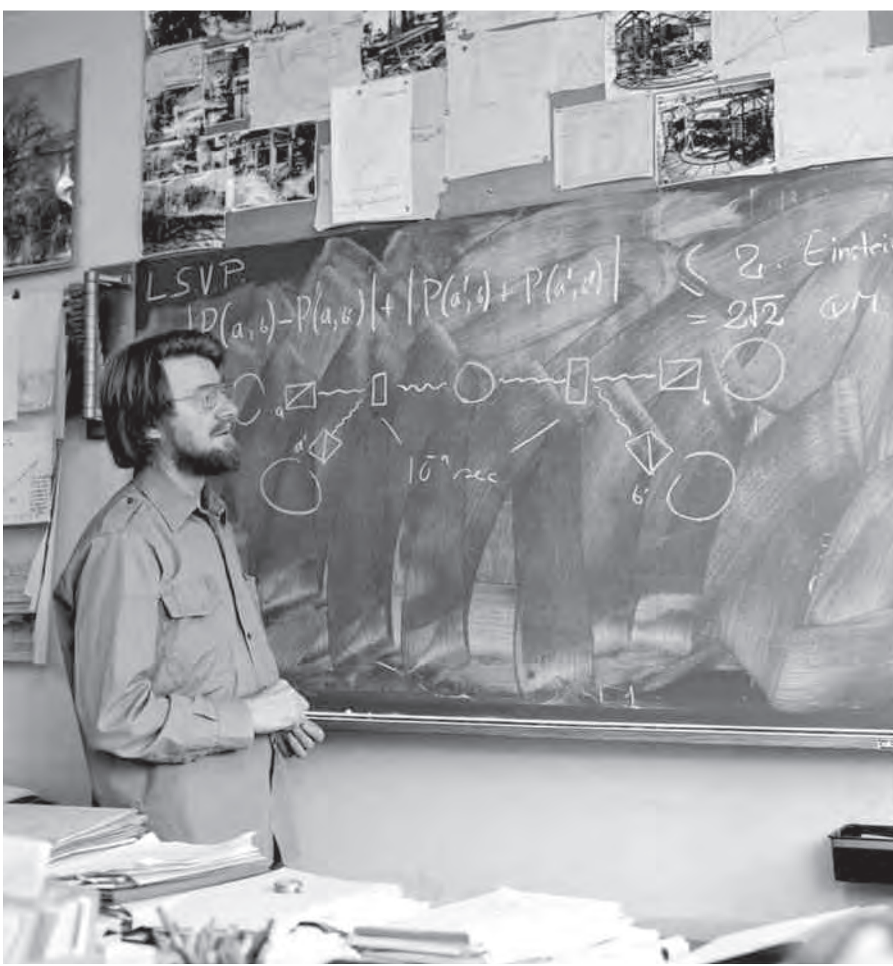
نظرية بيل لا تزال تُدَوِّي

قبل خمسين عامًا، جعل جون بيل الميتافيزيقا قابلة للاختبار، لكنّ علماء فيزياء الكَمِّ ظلوا يَشُكُّون في النتائج المترتبة عليها. ولذلك.. يَقترِح **هوارد وايزمَان** طريقًا آخر إلى الأمام.

في عام 1964، أثبت جون بيل ـ الفيزيائي الأيرلندي الشمالي ـ رياضيًّا أن بعض الترابطات الكمية ـ خلافًا لجميع الترابطات الأخرى في الكون ـ لا يمكن أن تنشأ عن أي سبب محلي[1]. وأصبحت هذه النظرية محورًا لكل من الميتافيزيقا، وعلم المعلومات الكمية، لكنْ بعد 50 عامًا، لا تزال هناك «ثغرات» في إثبات صحة هذه الترابطات الكَمِّيَّة تجريبيًّا، ولا يزال هناك علماء وفلاسفة يشكِّكون فيما تُبَرْهِن عليه النظرية بالضبط.

لا تتنبأ نظرية الكَمّ بنتائج تجربة مفردة، بل تتنبأ بإحصاءات النتائج المحتملة. وبالنسبة إلى تجارب تُجرى على أزواج «متشابكة» من الجسيمات الكَمِّيَّة، أدرك بيل أن الترابطات المتوقعة بين النتائج في مختبرين منفصلين جيدًا يمكن أن تكون غامضة بشكل عميق (انظر: «كيف يجعل التشابُكُ المستحيلَ ممكنًا»). وتم التحقُّق تجريبيًّا من «ترابطات» من هذا النوع، تدعى ترابطات بيل، منذ أكثر من 30 عاما (انظر، مثلا، المرجع 2). وكما أثبت بيل في عام 1964، يترك هذا خيارين اثنين لطبيعة الواقع. الأول أن الواقع عشوائي بشكل لا يمكن اختزاله، مما يعني أنه لا توجد متغيرات خفية «تحدد نتائج القياسات الفردية»1. الخيار الثاني أن الواقع «غير محلي»، مما يعني أن «إعداد جهاز للقياس يمكن أن يؤثر في قراءة جهاز آخر، مهما كان بعيدًا»1.

معظم الفيزيائيين محليُّون (localists)، أي يعترفون بالخيارين، لكنهم يختارون الخيار الأول، لأن المتغيرات الخفية ـ بحكم تعريفها ـ لا يمكن الوصول إليها تجريبيًّا. يتبنّى علماء المعلومات الكمية مبدأ العشوائية غير القابلة للاختزال كمورد للتشفير الآمِن[3]. والفيزيائيون والفلاسفة ◄



CERN

الفيزيائي جون بيل في سيرن، مختبر فيزياء الجسيمات الأوروبي قرب جنيف، سويسرا، في 1982.

◀ الآخرون (في «المعسكر غير المَحَلّي») يَشُكُّون في وجود خيارين، ويُصِرُّون على أن نظرية بيل تُحَتِّم المحلية[4].

تبدو وجهات النظر هذه متناقضة، لكنني أعتقد بإمكان التقريب بين هذين المعسكرين جزئيًّا5 بالخوض فيما يعنيه «التسبيب»، أو «السَّبَبِيّة» (علاقة السَّبَب بالمُسَبِّب). يكشف ذلك عمق المبادئ الحقيقية التي هي على المحك، والتحديات التي تواجه كل معسكر، والأولويات المستقبلية لإغلاق الثغرات في تجارب رصد ترابطات بيل.

اختيار حُرّ

يستشهد عديد من الفيزيائيين المحليين بمبدأ ألبرت أينشتاين (1905) حول السببية النسبية كمبرِّر لرفض غير المحلية. يقول هذا المبدأ إنّ التأثيرات السببية لا يمكنها الانتشار أسرع من الضوء، أي أنّ حدثًا ما يمكن أن يسبِّب حدثًا آخر (لاحقًا)، شريطة أن يكونا متقاربين في الحيز بما يكفي للتوصل إلى «التأثير» بواسطة شعاع ضوء من «السبب»، لكن الخيار غير المحلي يقتضي بالضرورة تأثيرات سببيّة أسرع من الضوء ـ خلافًا لمبدأ أينشتاين ـ بالنسبة إلى قياسات أُجريت متباعدة بما فيه الكفاية، وقريبة من الحدوث تزامنيًّا في وقت واحد. رُصِدت ترابطات بيل تحت هذه الظروف عدة مرات منذ عام 1982 (المرجع 2)، باستخدام فوتونات ذات استقطابات متشابكة.

ورغم اختلاف المعسكرين حول ما إذا كانت تجارب بيل تعني تأثيرات سببية أسرع من الضوء، لا يَعتقد أيٌّ منهما أن هذه التجارب تتيح اتصالات أسرع من الضوء. فلم يسبق أبدًا رصد اتصالات أسرع من الضوء. وتجيء استحالتها من مبدأ أينشتاين حول السببية النسبية، والمُسَلَّمَة السببية التالية: إذا شُوهِد حدثٌ يَعتمِد إحصائيًّا على فِعْلٍ مختارٍ بحُرِّيَّة، إذن فالفعل هو سبب ذلك الحدث. فمثلًا، إذا كان صوت المذياع يأتي عندما أختار فقط تحريك مفتاح التشغيل، إذن فَفِعْلِي هذا بالضرورة هو سبب الصوت. والجَمْع بين هذا وبين مبدأ أينشتاين (لا تأثيرات سببية أسرع من الضوء) يعني أنه إذا كنتُ أختار بحُرِّيَّة الوقت المناسب لتحريك مفتاح التشغيل على الأرض، فلا يمكن تَوَقُّع أن يأتي صوت مذياع على سطح القمر في ذلك الوقت بالضبط. لا بد أن يكون هناك تأخير قدره 1.3 ثانية على الأقل (الوقت الذي يستغرقه انتقال الضوء إلى القمر).

لذلك.. فمن الخطأ القول (كما يفعل بعض الفيزيائيين المحليين) إنّ استحالة حدوث اتصال أسرع من الضوء يستبعد عدم المحلية. فالمحلية ـ كما قدّمها بيل في عام 1964 ـ هي مفهوم أقوى من مفهوم انعدام وقوع اتصال أسرع من الضوء، أي يمكن أن تكون الطبيعة غير محلية بدون السماح بإشارات أسرع من الضوء.

ولاشتقاق المحلية من مبدأ السببية النسبية، ينبغي للفيزيائيين المحليين صيغة أقوى من المُسَلَّمَة السببية الواردة أعلاه: يجب أن تُستبدل عبارة «يعتمد نظريًّا على» بعبارة «شوهد يعتمد»[5]. المسألة هنا أنه قد لا يكون ممكنًا أن يُشاهَد الاعتماد النظري إذا كانت هناك متغيرات أخرى خفية يَعتمِد عليها الحدث أيضًا. وهذا هو الحال في نُسَخ نظرية الكَمّ التي يفضِّلها معسكر الفيزيائيين غير المحليين[4].

نظرية أخرى

كان بيل ذاته من الفيزيائيين غير المحليين، وهو رَأْي نشره لأول مرة في علم 1976 (المرجع 6)، بعد إدخال مفهوم «السببية المحلية»، التي تختلف بشكل دقيق عن مفهوم المحلية في نظرية بيل عام 1964 (حول عدم نشوء ترابطات كمية عن سبب محلي). واشتقاق ذلك من مبدأ أينشتاين يتطلب مفهومًا أقوى عن السببية: إذا كان هناك حدثان مترابطان إحصائيًّا، فأيّ واحد منهما يسبِّب الآخر، أو لهما سبب مشترك ـ عندما يؤخذ في الاعتبار ـ يزيل الترابط.

باللغة الدارجة.. يقول «مبدأ السبب المشترك» هذا إنّ الترابطات لها تفسيرات.. فمثلًا، إذا كنّا أنتَ وأنا لا نتواصل، وأصبح كلٌّ منا يشعر بالقلق يومًا ما إزاء حرب تلوح في الأفق في «روريتانيا»، إذن يجب أن يكون هناك سبب مشترَك لأفكارنا (مثل تقارير الإخبار).

في عام 1976، أثبت بيل أن مفهومه الجديد حول السببية المحلية (ضمنيًّا على أساس مبدأ السبب المشترك)، مستبعَد بواسطة ترابطات بيل[6]. ففي نظرية عام 1976 هذه لم يكن هناك خيارٌ ثانٍ بخصوص التخلِّي عن المتغيرات الخفية، (كما كان ذلك الخيار قائمًا في نظرية 1964). فالطبيعة تخالِف السببية المحلية.

من المؤسف أن علماء الكَمِّ نادرًا ما يميِّزون نظرية 1976 عن نظرية 1964. والمؤسف بشكل مضاعف أن بيل يستخدم أحيانًا تعبير «المحلية» كاختزال لتعبير «السببية المحلية»[6]؛ مما يزيد الارتباك. ويؤكد الفيزيائيون غير المحليين على أن هاتين النظريتين شيء واحد، وأن المحلية هي نفسها السببية المحلية، وبالتالي لا تؤدي المتغيرات الخفية دورًا أساسيًّا في بحث بيل المنشور[4] في 1964، لكنْ هذه الادّعاءات ـ كما أظهرتُ سابقًا[5] ـ لا تصمد إزاء التحليل الدقيق.

التوفيق بين المعسكرين

تنشأ بالتالي ادِّعاءات متناقضة من قِبَل المعسكرين، لأنها تعني أشياء مختلفة حول «نظرية بيل»، وتقصد أشياء مختلفة بقولها «محلية»، (أو «غير محلية»). وبالنسبة إلى الفيزيائيين المحليين، فنظرية بيل هي نظرية 1964، والخيار المفضَّل هو الحفاظ على المحلية، والتخلِّي عن المتغيرات الخفية. أمّا بالنسبة إلى غير المحليين، فنظرية بيل هي (أو ينبغي أن تكون) نظرية 1976، التي لا تترك خيارًا سوى التخلي عن السببية المحلية.

يمكن للمرء أن يذهب إلى أبعد من ذلك.. فبالإشارة إلى أن العلاقة السببية المحلية ترتكز على مبدأين: مبدأ السببية النسبية لأينشتاين، ومبدأ السبب المشترك؛ فبالتالي يمكن إعادة صياغة نظرية بيل 1976 على النحو التالي: إما أنّ التأثيرات السببية لا تقتصر على سرعة الضوء، أو أنّ الأحداث يمكن أنْ تترابط بدون سبب.

أرى أن هذه هي أفضل طريقة للتوفيق بين المعسكرين. فهي تمكِّنهم من الاتفاق على نظرية بيل واحدة، وماهيّة الخيارات المنطقية التي تتيحها، حتى لو كانوا يفضِّلون خيارات مختلفة. فأولئك الذين يُصِرُّون على أن الترابطات قابلة للتفسير يجب أن يتوصلوا إلى إمكانية أنْ تَحْدُث التأثيرات السببية أسرع من الضوء. والتحدي أمام هؤلاء الفيزيائيين غير المحليين هو: لماذا تتواطأ الطبيعة، على أيّ حال، لمنع إشارات أسرع من الضوء؟

يجب على أولئك (المحليين) الذين يعتقدون بحرمة انتهاك مبدأ أينشتاين.. التوصُّل إلى أن بعض الأحداث تترابط بدون سبب. والتحدي بالنسبة لهم: إذا كانت

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



VICTOR DE SCHWANBERG/SPL

التشابك الكَمِّي يمكنه ربط الحالات الكمية للجسيمات، حتى عندما تنفصل عن بعضها البعض بمسافات طويلة (انطباع الفنان).

ترابطات بيل

كيف يجعل التشابك المستحيل ممكنًا

تأمَّلْ مربعًا مستحيلًا مقسّمًا إلى تسعة مربعات صغيرة، كل منها يحتوي صفرًا (0)، أو واحدًا (1)، بحيث يكون عدد الآحاد في كل عمود زوجيًّا، وعدد الآحاد في كل صف فرديًّا. لماذا يستحيل هذا؟ لأن العدد الإجمالي للآحاد من الأعمدة: زوجي+ زوجي+ زوجي= زوجي، لكن العدد الإجمالي للآحاد من الصفوف: فردي+ فردي+ فردي= فردي.

هناك شخصان غامضان، رُووَن وكولن، يقتربان منك، يزعمان أن لديهما كميات كبيرة من هذه المربعات المستحيلة. وعندما تطلب أن ترى إحداها، يقول رُووَن: «لا، إنها لا تعمل على هذا النحو. لكل مربع لدينا.. سوف أكشِف صفًّا واحدًا، ويكشف كولن عمودًا واحدًا. ويمكنك اختيار أيّ صف وأيّ عمود تريد أن ترى». وتَرُدّ أنت: «هل تعتقد أنني وُلدت بالأمس؟ في كل حالة، يمكن أن يقول رُووَن إحدى أربع إجابات ممكنة (001، 010، 100، 111)، ويمكن أنْ يختار كولن من إجاباته الأربع (000، 011، 101 أو 110) ما لا يتعارض مع جواب رُووَن. فمثلًا، إذا كنتُ أسأل عن الصف الثاني والعمود الثالث، يقول رُووَن ‹001›، ثم على كولن فقط أن يختار جوابًا يحتوي 1 في الوسط، إما «011، أو 110».

ويواصِل كولن قائلًا: «ماذا لو منعتني من الاستماع.. ليس فقط إلى إجابة رُووَن، بل حتى إلى السؤال الذي طُرِح عليه؟ باعِدْ بيننا، وأَغْلِقْ علينا حجرتين تمنعان جميع أشكال الاتصالات. سنظل نعطي إجابات متسقة بنسبة 100% من الحالات». تفكر في قرارة نفسك: «في هذه الحالة، أفضل استراتيجية لديهما ستكون أن يحمل (أو يتذكر) كل منهما قائمةً محددة سلفًا من الإجابات على جميع الأسئلة المحتمَلة. وفي تجربة معينة، كل الإجابات ذات الصلة التي يحملها روون وكولن ينبغي أن تضاهي المربعات التي تختلف في أحد إدخالاتها (قيَمها) التسعة على الأقل، بسبب القيود المفروضة على الصفوف والأعمدة. وإذا أجريتُ ما يكفي من التجارب، واخترتُ الأسئلة عشوائيًّا؛ فسوف أمسك بهما قريبًا جدًّا يجيبان إجابات غير متسقة».

لذلك.. فأنت توافق على التجربة كما اقترحا؛ بحيث تسأل سؤالًا في حجرة، ومساعد يسأله في الحجرة الأخرى. ومما يثير ذعرك أن كولن ورُووَن يعطيان إجابات متسقة كل مرة. كيف يكون هذا ممكنًا؟ هل يتصلان ببعضهما، رغم كل جهودك؟ لا، إنهما يستخدمان أزواجًا من الجسيمات الكَمِّيّة «المتشابكة»، حيث إنّ كل زوجين من الجسيمات أُعِدّا معًا بالطريقة نفسها، ثم احتفظ روون بأحدهما، وكولن بالآخر. ومع كل تجربة، يختار رُووَن الجسيم التالي في متناوله، ويقيس إحدى ثلاث خصائص مختلفة (بحسب الصف الذي تسأل عنه)، ويعطيك إحدى إجاباته الأربع الممكنة بناءً على نتيجة قياسه. وبالمِثْل، يعالِج كولن جسيمه التالي، المقترن بجسيم رُووَن. وبـواسطة «سِحْر» التشابك الكَمِّي؛ تترابط نتائجهما بدقة، بحيث تحاكي المربع المستحيل.[10] مغزى نظرية بيل: تزيِّف الترابطات الكمية فرضيّة أنه في أيّ مختبر تحمِل الطبيعةُ الإجابةَ على أيّ سؤال قد يكون موضوعًا هناك، وتجيب بدون معرفة.. أيّ الأسئلةِ موضوع في مكانٍ آخر. **إتش. دبليو**

الترابطات لا تعني بالضرورة سببًا، فمتى ينبغي للعلماء البحث عن أسباب، ولماذا؟

مسار التقدم إلى الأمام

يمكن النظر إلى ترابطات بيل كمشكلة أو فرصة. فهي تقدم لنا معضلة؛ فكل مبدأ من المبدأين اللذين على المحك (السببية النسبية، والسبب المشترك) يدعم شبكة واسعة من الاستدلال والحدس العلمي، لكن ينبغي التخلّي عن أحدهما. كذلك تقدم ترابطات بيل موردًا رائعًا للتكنولوجيا والمعلومات: هناك نتائج قياس قد لا يمكن أن تكون معروفة لأحدٍ قبل وقوعها.

وقَبْل بَذْل الكثير من المعاناة أو المال، يحتاج المرءُ إلى أن يكون على يقين من أن ترابطات بيل موجودة حقًّا. واعتبارًا من الآن، لا توجد تجارب حول ترابطات بيل خالية من الثغرات. والتجارب التي أجراها في عام 1982 فريقٌ بقيادة الفيزيائي الفرنسي آلان أسبكت[2]، باستخدام كاشفات منفصلة جيدًا مع تجهيزات تغيَّرت فقط قبل الكشف عن الفوتونات، عانت من «ثغرة في الكفاءة»، بحيث إن معظم الفوتونات لم تُكتَشَف. وهذا يتيح إعادة استنساخ الترابطات التجريبية بواسطة نظريات المتغيرات المحلية الخفية (المفتعَلة جدًّا باعتراف الجميع).

في عام 2013، أغلِقت هذه الثغرة في تجارب أزواج الفوتونات باستخدام كاشفات ذات كفاءة عالية[7,8]، لكنها افتقدت الانفصالات الكبيرة والتحوُّل السريع للتجهيزات؛ مما فتح «ثغرة الانفصال»: معلومات عن تجهيز الكاشف لفوتون واحد يمكن أن تكون قد انتشرت بسرعة الضوء إلى كاشف آخر، وأثَّرتْ في نتائجه.

هناك عدة مجموعات بحثية بمختلف أنحاء العالم تتسابق لإجراء أول تجربة لترابطات بيل مع انفصال كبير، وكشْف كفء، وتبديل سريع. سيكون ذلك إنجازًا بارزًا في الفيزياء، لكنْ هل من شأن هذه التجربة إغلاق جميع الثغرات حقا؟ الجواب يعتمد على موقف المرء من التَّسبِيب (السَّبَبِيَّة).

المسألة هي ما إذا كانت التجهيزات في مختبر ما غير مترابطة مع متغيرات (خفية، أو غير ذلك) في مختبر آخر. إذا كانت مترابطة؛ إذن فالتجربة تنتهك افتراضات نظرية بيل؛ مما يفتح ثغرة الاختيار الحُرّ، وتسمى هكذا بسبب الكيفية التي يمكن إغلاقها بها: الأشياء الوحيدة المترابطة مع الاختيارات الحرة هي تأثيراتها، ولذلك.. فبواسطة (مبدأ أينشتاين)، التجهيزات التي يتم اختيارها بحُرِّيَّة متأخرة بما يكفي، ومن شأنها أن تكون غير مترابطة مع المتغيرات الأخرى، كما هو مرغوب.

إنّ الاختيار والعمل البَشَرِيَّيْن بطيئان، ولذلك.. استُخدمت تجارب بيل حتى الآن مولِّدات الأرقام العشوائية، بدلًا من الاختيار الحُرّ لتغيير تجهيزات الكاشفات. ليس هناك سبب لترابط مثل هذه الأرقام العشوائية مع أي شيء على الجانب الآخر، لكن إذا كان المرء يميل إلى رفض مبدأ السبب المشترك (مثل الفيزيائيين المحليين)، فيجب إذَن على المرء أن يعترف بأنّ الترابطات تحدث بدون أي سبب. وبالتالي، من أجل ممارسة تجريبية صارمة، ينبغي أن يختار المُجَرِّبون التجهيزات بحُرِّيَّة.

مِن شأن استخدام حرية الاختيار البشري، بينما يتم إغلاق ثغرة الانفصال، أن يتطلب فَصْل المجرِّبين بأكثر من قطر الأرض (40 ملي ثانية ضوئية فقط) بكثير. إن وَضْع مجرِّبٍ واحد على سطح القمر (على بعد 1.3 ثانية ضوئية) من شأنه أيضًا إتاحة الوقت للمُجَرِّبين؛ ليسجلوا النتائج بوَعْي، وهو شرط استبعاد ثغرة رابعة وأخيرة، أي «ثغرة الانهيار»[9]. تنشأ هذه من احتمال أن مجموعة النتائج المحتملة التي سجَّلَها كاشِفٌ لا «تنهار» إلى نتيجة فردية فعلية، حتى يرصدها المجرِّب، بحيث إنه قبل انخراط المجرِّب يمكن التأثير في النتيجة، بعد فترة طويلة من وصول الفوتون، بواسطة بعض التأثير السببي الغريب (لكنه ليس أسرع من الضوء) من المختبر البعيد.

مثل هذه التجربة بين الأرض والقمر تشكل تحدِّيًا يستحق الاهتمام في الخمسين سنة القادمة. ■

هوارد وايزمان يعمل أستاذًا للفيزياء بمركز الديناميكيات الكمية، جامعة جريفيث، بريزبان، كوينزلاند، أستراليا.
البريد الإلكتروني: h.wiseman@griffith.edu.au

1. Bell, J. S. *Physics* **1,** 195–200 (1964).
2. Aspect, A., Dalibard, J. & Roger, G. *Phys. Rev. Lett.* **49,** 1804–1807 (1982).
3. Barrett, J., Hardy, L. & Kent, A. *Phys. Rev. Lett.* **95,** 010503 (2005).
4. Maudlin, T. *Quantum Non-Locality & Relativity* (Blackwell, 2011).
5. Wiseman, H. M. Preprint at http://arxiv.org/abs/1402.0351 (2014).
6. Bell, J. S. *Epistemol. Lett.* **9,** 11–24 (1976).
7. Giustina, M. *et al. Nature* **497,** 227–230 (2013).
8. Christensen, B. G. *et al. Phys. Rev. Lett.* **111,** 130406 (2013).
9. Kent, A. *Phys. Rev. A* **72,** 012107 (2005).
10. Aravind, P. K. *Found. Phys. Lett.* **15,** 397–405 (2002).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

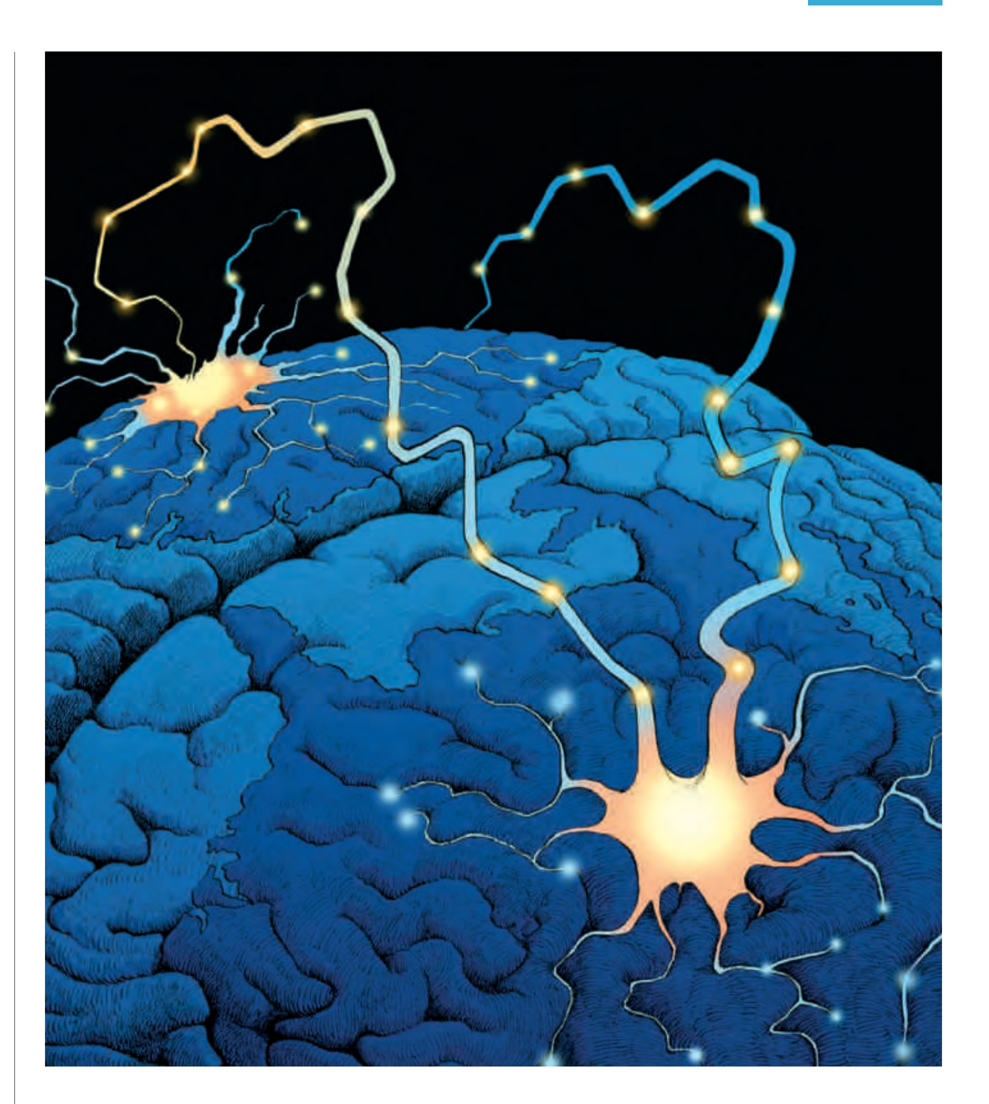


ILLUSTRATION BY DAVID PARKINS

التحــول من استنــزاف العقــول الى استثــمارهــا

إن المنح العلمية الدولية التي تشجع العلماء على العودة إلى أوطانهم تنجح في النهوض بالعلوم مرة أخرى في أمريكا اللاتينية، حسبما يقول **تورستن ويزل.**

تحتاج أي دولة إلى وقت طويل لبناء قاعدة علمية قوية، ووقت قصير لهدمها. وألمانيا كانت أحد الأمثلة المؤسفة على ذلك. فقد كانت الدولة الأولى في العالم في العلوم طوال أكثر من عقدٍ كامل، حتى دُمِّرَت قاعدتها العلمية خلال العصر النازي، وتخلت عن ريادتها للولايات المتحدة الأمريكية. وتطلَّب الأمر من ألمانيا عقودًا طويلة، لكي تنهض مرة أخرى، وتصل إلى تَفوُّقها الحالي.

تتشابه التجربة الألمانية كثيرًا مع مثيلتها في أمريكا اللاتينية، التي شهدت صعود الأنظمة الاستبدادية للسلطة في منتصف القرن العشرين في البرازيل، وشيلي، والأرجنتين؛ الأمر الذي اضطر أفضل العلماء في هذه الدول للهجرة إلى الولايات المتحدة، وأوروبا، وكندا. وعندما سقطت هذه الأنظمة في الثمانينات والتسعينات، كان هؤلاء العلماء قد استقروا في أوطانهم الجديدة، دون حافز قوي للعودة إلى دول مُثْقَلَة بالديون.

نسي كثيرون أن العلوم في أمريكا اللاتينية كانت يومًا مزدهرة. فعلى سبيل المثال.. «بيرناردو هوساي»، الذي فاز بجائزة «نوبل» في الطب في عام 1947، أدار معهد الفسيولوجيا في جامعة «بوينوس أيريس» حتى عام 1943، عندما طردته الحكومة لتأييده الديمقراطية، بينما فاز تلميذه «لويس ليلوار» بجائزة «نوبل» في الكيمياء في عام 1970. وكثير من هؤلاء العلماء المهاجرين فازوا بجائزة «نوبل»، مثل عالِم المناعة «باروج بيناسيراف» من فنزويلا، وعالِم الكيمياء «سيزار ميلستين» من الأرجنتين.

في ظل هذه الظروف، تم تأسيس برنامج «بيو لمبعوثي أمريكا اللاتينية»؛ للمساعدة في ترسيخ ونهضة علوم الطب الحيوي في المنطقة. وارتبط البرنامج منذ بدايته ببرنامج «بيو لمبعوثي الطب الحيوي» القائم من قبل، الذي يقدِّم كل عام مِنَحًا دراسية ـ مدة كل منها 4 سنوات ـ لعشرين باحثًا أمريكيًّا مستقلًّا واعدًا بتمويل من منظمة «بيو للتمويل الخيري»، وهي مؤسسة غير ربحية، مقرها فيلادلفيا في بنسلفانيا.

في مارس من عام 1989، طلبت مجموعة من هؤلاء العلماء خلال الاجتماع السنوي لبرنامج المبعوثين في «بويرتو فالارتا» المساعدة من «ريبيكا ريميل»، رئيس منظمة «بيو للتمويل الخيري»، بعد أن أزعجهم نقص الموارد الذي يعاني منه أقرانهم في المكسيك، ثم تداولت مع ريبيكا لاحقًا حول أفضل الوسائل لتدريب الطلاب الموهوبين من أمريكا اللاتينية، وبَلْوَرْنا أفكارنا في برنامج الباحثين.

معدلات الإعادة إلى الوطن

منذ إنشاء برنامج «بيو لباحثي أمريكا اللاتينية» في عام 1991، حصل نحو 10 خريجين كل عام على مِنَح ما بعد الدكتوراة لمدة عامين؛ للعمل في أفضل المختبرات في أمريكا الشمالية. ولا عجب أن البعض ظل في الخارج؛ لمواصلة مسيرتهم العلمية في الدول المتقدمة، ولكن المدهش أن أكثر من 70% منهم يعودون إلى أوطانهم، التي قد لا تخصِّص لهم الموارد الكافية للأبحاث المتقدمة (انظر الموضوع الجانبي «إعادة العلوم للوطن»). وبالمقارنة، فإن برنامج «الآفاق البشرية للعلوم» Human Frontier Science Program ـ وهو مبادرة دولية متعددة الجنسيات، تدعم علوم الحياة ـ يموِّل باحثي ما بعد الدكتوراة من جميع أنحاء العالم، لكن أقل من نصف الباحثين الذين يتدربون في الولايات المتحدة الأمريكية يعودون إلى أوطانهم.

وباحثو برنامج بيو الذين يظلون في أمريكا الشمالية يتقلّدون مناصب في كبرى الجامعات، والعديد منهم مرتبط بالفعل بمشروعات مشتركة مع المختبرات في أوطانهم، بالإضافة إلى دورهم في استضافة الباحثين الجدد من بني أوطانهم. ويحضر الاجتماعات السنوية باحثون من أمريكا اللاتينية، وعلماء الطب الحيوي، وكبار الاستشاريين، وعلماء فائزون بجائزة «نوبل»، وعلماء من معهد هاوارد هيوز الطبي، حيث يتبادل



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

برنامج «بيو لمبعوثي أمريكا اللاتينية»

إعادة العِلْم للوطن

لكي تصبح عالِمًا عظيمًا؛ ينبغي أن تتعرض لكل ما هو عظيم. في اجتماع توجيهي للعلماء الحاصلين على الدكتوراة في كوستاريكا في عام 1997، أخبرنا تورستن ويزل ـ المؤسِّس المشارك لبرنامج «بيو لمبعوثي أمريكا اللاتينية» ـ أن العلماء ليسوا بالضرورة أكثر إبداعًا أو ذكاءً من الآخرين، ولكن أُتيحت لهم الفرصة في سنواتهم الأولى لممارسة العلْم، ومناقشته في بيئاتهم الرئيسة.

لقد حصلتُ على الدكتوراة في عام 1996 من جامعة تشيلي في سانتياجو، وكانت عن دراسة حركة الأيونات عبر البروتينات المستخلصة من الخلايا العصبية. أردتُ تطبيق هذه الدراسة على المِخَاخ الحية. وأخبرني أساتذتي الكبار في القسم عن برنامج لباحثي أمريكا اللاتينية، وساعدوني في العثور على استشاري لما بعد الدكتوراة.

وقَبِلَني تشارلز زوكر، في جامعة كاليفورنيا في سان دييجو في مختبره، وعلّمني أنْ أدْرُس كيف يحسّ الذباب بالعالَم. واكتسبت خبرة مذهلة في مختبر زوكر، الذي تُجرى فيه أبحاث مؤثرة حول مستقبلات المذاق والضغط. وكنتُ ضِمْن الفريق الذي ساعد في إثبات أن تنظيم البروتينات في الخلايا المستقبِلة للضوء أمرٌ أساسي للذباب، لكي يرى الضوء، ثم عدتُ إلى الوطن لأعمل أستاذًا مساعدًا في جامعة تشيلي في 1998.

وحتى الوقت الحالي، لا تقدِّم سوى مؤسسات قليلة في أمريكا اللاتينية التمويل الأوَّلي للأعضاء الجدد في هيئة التدريس بالجامعات. ويجب على أغلب الأساتذة صغار السن الانضمام إلى المختبرات القائمة بالفعل، أو الجلوس في مختبر فارغ ـ لمدة تصل أحيانًا إلى أكثر من عام ـ قبل أن يحصلوا على مِنْحَتهم الأولى. وعلى النقيض من ذلك.. كان لديَّ 35 ألف دولار منحة توطين من برنامج «بيو» للابتعاث. وكان المال كافيًا لشراء معدات أساسية صغيرة؛ لإجراء التجارب البسيطة بعد عودتي بفترة قصيرة: جهاز طرد مركزي لفصل الخلايا إلى مكوناتها الأساسية، ومستلزمات الطاقة، وغرف التفريد الكهربائي لتشغيل الجيل لتحليل الحمض النووي، وجهاز رجّ ميكانيكي لتنمية البكتيريا، وبعض الكواشف.

ومنذ عودتي، قمتُ بتدريب 24 طالبًا لإجراء الأبحاث على الذباب، وساعدتُ أربعة باحثين آخرين على إعداد مختبراتهم الخاصة؛ لإجراء أبحاث على الذباب في تشيلي، كما أجريتُ ثلاث دورات دولية لتدريب طلاب من أمريكا اللاتينية على استخدام الحشرات (ومؤخرًا الديدان) في التجارب، بدلًا من الحيوانات.

استمرت علاقتي ببرنامج «بيو». وبدأت عدة علاقات تعاون مع العلماء من دول أخرى، التقيت بهم في اللقاءات السنوية لخريجي ومبعوثي برنامج «بيو». في الأعوام الخمسة الماضية، عملتُ في لجنة «بيو» الإقليمية التي تختار ستة مرشحين من تشيلي للحصول على البعثة. ونتطلع إلى الباحثين الشباب الذين لديهم خبرة في مختبر عظيم، واقترحوا مشروعات مغامِرة وواعدة، خاصة للعمل في مجالات أو مع نماذج حيوانات ليست متاحة في أوطانهم. والأمل معقود على أن يجلب هؤلاء الباحثون معهم هذه المهارات عند عودتهم إلى بلادهم الأصلية.

تميّزت شيلي بعودة 80% من باحثيها المبتعثين للخارج، وهذا يدل على جودة عملية الاختيار، وأهمية مبلغ التمويل الأوّلي الذي يقدَّم للباحثين العائدين. ويجدر بالوكالات العلمية والحكومات في أمريكا اللاتينية أن تطبِّق إجراءات مماثلة؛ لبناء مجتمع علمي مبتكر وقوي. **خيمينا سيارالتا، جامعة تشيلي**

المشاركون الأفكار والمعلومات، وتنشأ بينهم علاقات تعاون نتيجةً لهذه الاجتماعات.

علماء ناجحون

شارك أكثر من 151 خريجًا من إجمالي 202 خريج من برنامج «بيو لمبعوثي أمريكا اللاتينية» بين عامي 1991 و2011 في استبيانٍ تم إرساله في عام 2013، وهو مؤشر مذهل. فالخريجون الذين عادوا إلى بلادهم يشغلون مناصب مرموقة، مثل رؤساء الأقسام، ومديري الجامعات. ونصفهم يشغل مناصب قيادية، مثل رئيس قسم، أو رئيس تخصص أكاديمي. وفي المتوسط، نشر كل باحث منهم 15 ورقة علمية، والذين عادوا إلى وطنهم درَّبوا 13 عالمًا من تقنيين، وخريجين، وعلماء زائرين.

في شهر مايو الماضي، سلطت دورية «سيل» *Cell* الضوء على عالِم المناعة «دوريو زامبوني»، وهو أحد خريجي برنامج «بيو» في 2003، وأحد أبرز 40 عالمًا تحت 40 سنة. يشغل «زامبوني» حاليًا منصب رئيس مختبر المناعة الذاتية والأمراض الجرثومية في جامعة ساو باولو في البرازيل. ويعمل فريقه على اكتشاف كيفية استجابة الجسم للطفيليات داخل الخلايا، مثل الطفيليات التي تسبِّب مرض «شاجاس» Chagas، المنتشر في المناطق الريفية والفقيرة في أمريكا اللاتينية. وبخلاف الولايات المتحدة الأمريكية، يواجه البحث العلمي في البرازيل عديدًا من العقبات والعوائق. وزامبوني عازِم على تحسين النظام للعلماء الآخرين في الدولة.

يبدأ اختيار المبتعثين من الباحثين المستقرين في أمريكا اللاتينية. ففي كلٍّ من الأرجنتين، والبرازيل، وشيلي، والمكسيك، توجد لجان وطنية من مبعوثي «بيو» السابقين وكبار العلماء. تختار كل لجنة ستة متقدمين، من خلال تقييم مقترحاتهم البحثية، وتعقد مقابلات مع اثني عشر ـ أو ما يقرب من ذلك ـ من الطلاب الواعدين (يؤلف رؤساء هذه اللجان معًا اللجنة الخامسة متعددة الجنسيات للمتقدمين من الدول الأخرى في المنطقة). يتم اختيار 30 طالبًا بصورة إجمالية، لتقيِّمها لجنة مركزية من العلماء الأمريكيين البارزين ممن لهم صلات قوية بأمريكا اللاتينية.

«إن برنامج المبعوثين ليس سوى قطرة في بحر، مقارنةً باحتياجات القارة بأسرها للعلماء والباحثين».

وكثير من هؤلاء العلماء في الأصل مهاجرون من هذه الدول خلال فتراتها المظلمة. وتبذل هذه اللجان جهدًا مضنيًا لاختيار الباحثين والعلماء البارزين، وابتعاثهم إلى أفضل المختبرات.

من ناحيتها، تخطط ولاية ساو باولو البرازيلية لتوسيع المزايا المتاحة لمبعوثي «بيو» بعد عودتهم، حيث يمكنهم التقدم للحصول على تمويل سخي لمدة أربع سنوات؛ لإنشاء مختبراتهم الجديدة. ويظل الأمل في أن تستخدم الدول الأخرى مواردها الخاصة لتوسيع نطاق هذه المبادرة لدعم أفضل علمائها.

إنّ العدد الإجمالي لمبعوثي أمريكا اللاتينية صغير للغاية، فهم أقل من 250 عالمًا في قارة يعيش بها 400 مليون نسمة. وفي رأيي، فإن تأثيرهم أكبر بكثير من عددهم، إذ يمثِّلون الآمال الكبيرة المنوطة بأي عالِم في أمريكا اللاتينية، فضلًا عن الأحلام والتوقعات الكبيرة للمبعوثين أنفسهم.

وقد قلنا ذلك.. ولا بد أن نعترف بأن برنامج المبعوثين ليس سوى قطرة في بحر، مقارنةً باحتياجات القارة بأسْرها للعلماء والباحثين، وليس أدل على ذلك من إطلاق برامج كبيرة في عديد من الدول اللاتينية لدعم تدريب العلماء في الخارج، وتشجيع العلماء المتدربين للعودة إلى أوطانهم، مثل «برنامج البرازيل للتنقلات العلمية» Brazil Scientific Mobility Program.

ومع ذلك.. ازدهر برنامج «بيو» ـ مثل بذرة وُضعت في أرض خصبة ـ على مدار العشرين عامًا الماضية، وستظل هذه البذرة تنمو وتكبر؛ لتدعم منظومتها البيئية. ونجاح البرنامج الأكبر سيتحقق عندما تنعدم الحاجة إلى مثل هذا البرنامج عندما تصبح في كل دولة منشآتها العلمية القوية والمستقلة. أمّا في الوقت الحالي، فينبغي علينا أن نعزز الدعم الذي نقدمه إلى العلماء في الدول الناشئة في أمريكا اللاتينية وغيرها. ■

تورستن ويزل الرئيس الشرفي لجامعة روكفلر في نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، وفاز بجائزة «نوبل» في الطب في عام 1981.
البريد الإلكتروني: wiesel@rockefeller.edu



تركيب أوراكل لروبرت روشنبرج في عام 1963، الذي أبدعه مع المهندسَيْن بيلي كلوفر، وهارولد هودجز.

فنون

الثقافة الثالثة

فُتِنَ **مايكل جون جورمان** بدراسة مَسْحِيَّة عن الفن، مزوَّدة بالمعلومات، ومفعمة بالحيوية بواسطة العِلْم.

عقب شهور من حقنها بجلُوبيولين مَناعِيّ لحصان في عام 2011، خضعت الفنانة ماريون لافال جينتيت لعملية نقل دم حصان في صالة عرض فنية في مدينة ليوبليانا. ودارت حول الحصان المتبرِّع وهي تنتعل حوافر صناعية، ثم تم تجفيف عيِّنات من دمها المُهَجَّن عبر تجميدها، ووضعت في حافظات ألمونيوم محفورة. في عام 2005، قدَّم معرض للفن في نيويورك أشكالًا نجمية لأجرام سماوية مصنوعة من الزجاج وقضبان الألمونيوم، تمثل انفجار الفضاء عقب الانفجار الكبير Big Bang للنَّحّات جوشيا ماكلهيني، والعالِم ديفيد فاينبرج، المتخصص في دراسة أصل وتطوُّر الكون.

هذه هي الأعمال المشتركة التي سجلها المؤرخ آرثر آي. ميلر في كتابه «عوالم متصادِمَة». ويشير ميلر إلى أننا نشهد بزوغ «ثقافة ثالثة» ـ وهو مصطلح ابتدعه الكاتب جون بروكمان ـ تذوب فيها الحدود الفاصلة بين الفن والعِلْم.

وقد شهد العقد الماضي انتشار صالات العرض، والمختبرات، وبرامج الإقامة المخصَّصة لامتزاج الفن والعلم . ويستعرض ميلر ذلك، بدايةً من مجموعة متحف ويلكوم بلندن إلى مختبر المستقبل «آرس إلكترونيكا» في لينز، النمسا؛ معرض العلوم في كلية ترينيتي بدبلن (التي كنتُ فيها مديرًا مؤسِّسًا)، والمختبر في باريس وبرنامج المصادم@ سيرن للفنان المقيم في مختبر قارة أوروبا لفيزياء الجسيمات بالقرب من جنيف بسويسرا. يقدِّم الكاتب صورًا قَلَمِيّة آخاذة للعديد من الفنانين المشاركين فيها، مثل إيفلينا دومنيتش، وديمتري جيلفاند، اللذين يُجريان تجارب بالإشعاع الضوئي الصوتي sonoluminescence.

تَطَرَّقَ ميلر إلى أمثلة مبكرة للتلقيح الخلطي، مثل اهتمام عالِم الفيزياء نيلز بور بالتكعيبيّة، لكنه يضع أصول حركة «الفن-العلم» الحديثة في عام 1966، مع تسع أمسيات: المسرح والهندسة. وكان لدى هذه «الفاعليات» التجريبية الفنان الطليعي في فن البوب، روبرت روشنبرج، والملحن والمؤلف الموسيقي الطليعي جون كايج، باعتبارهما مشارِكَيْن رئيسَيْن في ظهور آندى وارهول، ومارسيل دوشامب، وفناني نيويورك التنويريِّين الآخرين. ولسوء الحظ، أدّت الكوارث التقنية والتأجيلات إلى تغطية صحفية سلبية.

عوالم متصادمة: كيف يعيد أحدث ما توصَّل إليه العلم تعريف الفن المعاصر
آرثر آي. ميلر
دبليو. دبليو. نورتون: 2014.

البطل غير المتوقَّع في قصة ميلر هو بيلي كلوفر من مختبرات «بل» في موراي هيل، نيوجيرسي، وهو المحرِّك للأمسيات التسع، ومهندس موهوب. أدَّى تعاون كلوفر المبكر مع الفنان السويسري جان تانجلي ـ في مناسبة تكريم نيويورك، وهي بمثابة عمل فني حركي ذاتي التدمير، مصنوع من عَجَلة وأجزاء من عربة أطفال ـ إلى اجتماعه مع روشنبرج، وفنانين مميزين آخرين. وأقنع كلوفر زملاءه في مختبرات «بل» أن هؤلاء الفنانين قد يحفِّزون ظهور اتجاهات جديدة في التكنولوجيا. وكما قال الفيلسوف مارشال ماكلوهان في كتابه «فهم وسائل الإعلام الجماهيرية» في عام 1964، يمكن اعتبار الفن «معرفة مسبقة دقيقة لكيفية مواكبة العواقب النفسية والاجتماعية للتكنولوجيا القادمة».

ازدهر انتشار برامج ومساحات «الفن- العلم» في القرن الواحد والعشرين جزئيًّا بواسطة الاستثمارات المهمة من قِبَل منظمات تمويليّة. ويوثِّق ميلر هنا التوتر بين أدوار الفن في التوضيح، والاتصال واستجواب العلم.

يدنو بعض الفنانين ـ ومن بينهم أنتوني جورملي، وماكالهيني ـ من مجالات مثل فيزياء الرغوة، أو علم الكون، باعتبارها مجالات ملهِمة من الناحية الجمالية. ويثير آخرون نقاشًا نقديًّا حول اتجاهات المستقبل في البحث، مثل فنان الأداء الأسترالي ستيلارك، الذي لديه دعامة على شكل أُذُن تمت زراعتها في ذراعه من الأمام. وفي إطار مناقشة مغزى برنامج تصادم@ سيرن، الذي أفرز نحّات الصوت بيل فونتانا، والمصور وفنان الوسائط يوليوس فون بسمارك، أخبر رولف ديتر هوير ـ مدير «سيرن» ـ ميلر أن كشف النقاب عما يفعله العلماء من أجل المجتمع هو الجوهر. يقول هوير: «إنّ نَقْلَ ذلك عبر الفن... يفتح آفاقًا». ويُعَدّ هذا اقتراحًا من شأنه أن يتواءم بصعوبة مع كثير من الفنانين المشاركين بصورة جوهرية، الذين يناقشهم ميلر.

لم تكن الأعمال التجريبية المشتركة في «الفن-العلم» دائمًا ما يتم احتضانها من قِبَل صالات العرض وجامعي الفنون التقليديين. ورَوَى بيتر فيبل المدير المؤسس لمركز الفن والوسائط (ZKM) في كارلسروه، ألمانيا، أنه لا يجب أن يشكِّل ذلك أهميةً، لأن «القطاع الصناعي الخاص سوف يموِّل» الفنانين، محررًا إياهم من تقلبات السوق. وفي الواقع، افتُتِح كتاب عوالم متصادمة بالمناخ الجامح في مختبرات «بل» قبل نصف قرن. وفي طريقه نحو الخاتمة، اهتم بالفنانَيْن الرقميين سكوت درافيس، وآرون كوبلين، اللذين يعمل كل منهما لحساب «جوجل».

خلافًا لدراسات مَسْحِيَّة أخرى، مثل كتاب الفنان ستيفن ويلسون «فن + العِلْم الآن» (تامز وهدسون، 2010)، يعرض «عوالم متصادمة» مُقابَلات مع الفنانين، والعلماء، والمهندسين المشاركين في مشروعات، بدءًا من تصميم المضاربة إلى وضع البيانات في صورة بصرية، وفن الصوت، وجراحة التجميل. وتجعل هذه الحكايات الكتاب مفعمًا بالحياة، إلا أنه من الصعب قبول « الفن العلمي» كما يضع مصطلحه ميلر، باعتباره حركة متماسكة. ويتضح أن الثقافة الثالثة تتكون ـ عوضًا عن ذلك ـ من صدامات مثيرة، تجريبية، وذات إثراء متبادل.

في الختام، يشير ميلر إلى أن هذه الصدامات ـ التي كانت رائجةً ذات مرة ـ أصبحت مجرد «فن». والسؤال المهم الذى يفرض نفسه هو: هل يستطيع ذلك الفن تغيير اتجاه البحث العلمي؛ ليتجاوز ما وراء إثارة النقاش العام والجدل؟. ■

مايكل جون جورمان الرئيس التنفيذي لمعرض العلوم الدولي في دبلن.
البريد الإلكتروني: michaeljohn.gorman@sciencegallery.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



جو روبنسون مع خضراوات من حديقتها التوضيحية في ولاية واشنطن.

س وج جو روبنسون

صائدة المُغَذِّيات

أمضت الصحفية الاستقصائية المَعْنِيّة بشؤون الغذاء، جُو روبنسون، أكثر من عقد تُنَقِّب في الدراسات السابقة المعنية بالتغذية النباتية. وفتحت حديقتها التوضيحية في ولاية واشنطن أبوابها للجمهور في شهر يونيو الماضي، كما يصدر كتابها «الأكْل على نحو بَرِّيّ»، (ليتل، براون، 2013)، في طبعة ذات غلاف ورقيّ. وتتحدث عن تناول الطماطم للحماية من حروق الشمس، ولماذا يُعتبر الطعام المُرّ هو الأفضل، وكيف يكون اللون الأرجواني هو الأخضر الجديد.

ANDIE STYNER/ROOBIBLUE.COM

ما الفرضية التي يطرحها كتاب «الأكْل على نحو بَرِّيّ»؟

تصنع كل النباتات مواد كيميائية نباتية، تحمي ضد الافتراس، والمرض، والتهديدات الأخرى. وعندما نستهلك نباتات معينة، فربما نستفيد منها أيضًا ببعض الحماية. وقد قدّمتُ برهانًا على ذلك من الدراسات العلمية السابقة في كتابي. فعلى سبيل المثال.. تحمي مادة الليكوبين الموجودة في الطماطم من أضرار الأشعة فوق البنفسجية، وثبت أنها تحمينا من حروق الشمس. والاكتشاف الجديد نسبيًّا هو أنه منذ أنْ عرف الإنسانُ الزراعةَ، قمنا تدريجيًّا بزراعة أصناف ذات مواد كيميائية نباتية أقل في الفائدة. ويرجع ذلك جزئيًّا إلى أن الكثير من هذه الأصناف طعمه مُرّ أو قابِض. وقد تمنح الفواكه والخضراوات ـ التي تحتوى على كميات أقل من تلك المركبات ـ حماية أقل من ضغط الدم، والكولسترول، والالتهابات، والأمراض الأخرى. وجزء من عملي هو التعرف على الأصناف المتوارَثة والحديثة، مثل البطاطا البيروفية الأرجوانية الغنية بالمواد الكيميائية الغذائية، التي تُمْتِع حاسة التذوق.

ما هي الفواكه والخضراوات التي يجب أن تتناولها؟

تُعَدّ النباتات ذات اللون الأرجواني، أو الأزرق، أو الأحمر، أو الأسود ـ مثل أغلب أصناف التوت والكرنب الأحمر ـ اختيارات جيدة، لأنها تحتوي على عائلة من الصبغيّات، تُعرف باسم «الأنثوسيانينات». وتُظهِر دراسات تُجرَى بأنابيب اختبار ـ التي تُجْرَى على الحيوان، ويُجرى عدد قليل منها الآن على البشر على نطاق ضيق ـ أن الأنثوسيانينات لديها القدرة على كبْح مخاطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية بواسطة خفض الالتهاب، وتحسين نسبة الدهون في الدم، وخَفْض ضغط الدم. وقررت دراسةٌ رائدة أن ثمار التوت الغنية بالأنثوسيانينات أبْطَأت نمو الخلايا السرطانية لدى الأشخاص الذين يعانون من مرض سرطان القولون. وتتزايد الأدلة على أن الأنثوسيانينات قد تُبْطِئ أيضًا تدهور الإدراك والذاكرة، الذي يرافق الشيخوخة.

هل اللون هو المؤشر الوحيد على تلك التأثيرات؟

لا، ليست غالبية المواد الكيميائية النباتية مخضبة بالصبغة بشدة. ويتمتع الخرشوف باهِت اللون بنشاط مضاد للأكسدة أكبر من الخضراوات الأخرى زاهية اللون، بسبب احتوائه على مادة السينارين عديمة اللون بتركيز عالٍ (التي تزيد من إفراز الصفراء، وربما تحمى الكبد من العوامل المُسَبِّبة للسَّرطان)، وعلى حمض الكلوروجينيك، الذي له آثار مضادة لارتفاع الضغط. ويحتوي كل من البصل الأبيض، والكُرّاث، والكُرّاث الأندلسي على مركَّب مضاد للسرطان، ومقاوِم للإنفلونزا، يُطلَق عليه الكويرسيتين. وتحتوى بعض أنواع الخوخ ذي اللحم الأبيض على نشاط مضاد للأكسدة أكثر من الخوخ ذي اللحم الأصفر، رغم أن الأنواع الصفراء تحتوى على المادة الكيميائية النباتية الصبغية بيتا كاروتين بشكل أكبر.

ما هي أفضل طريقة لحفظ المواد المُغَذِّية في الخضراوات المُخَزَّنة؟

بمجرد حصاد نباتٍ ما، فإنه لا يموت في الحال، إذ يكون الجزء الذي تم حصاده لا يزال نشيطًا في عملية الأَيْض، ويبدأ في حرق سكرياته الطبيعية، ويفقد المواد الكيميائية الغذائية والنكهة. ومن الممكن أن تبطئ من هذه العملية عن طريق الحد من تعرُّض النبات للأكسجين، وتخزينه في الثلاجة في أكياس بلاستيكية مُحْكمة الإغلاق، تم ثقبها بما بين 10 إلى 20 ثقبًا بدبوس.

ما هي أفضل الطرق لطهو الخضراوات؟

أشعر بالذُّعْر عندما أرى الناس تغلي الخضراوات، لأن خلاياها تنفجر؛ وتتسرب المواد الغذائية في الماء. ويُعَدّ القلي الخفيف في الزيت جيدًا، لكن يُعتبر الطهو بالبخار هو الأفضل تقريبًا، إذ يقلل من تعرُّض النبات للماء. وإذا قمت بطهو نبات الذرة بغلافه الخارجي في الميكروويف، فأنت بذلك تحافظ على العناصر الغذائية فيه، وعلى طعمه. كما يُعَدّ استخدام الميكروويف هو الأفضل في إذابة الثلج عن التوت، لأنه يدمِّر إنزيمًا يُطلَق عليه أُكْسيداز البوليفينُول، يبطل عمل مضادات الأكسدة.

هل يمكن أن تساعدنا التكنولوجيا الحيوية في تربية نباتات تتميز بأنها مُغَذِّية أكثر؟

من وجهة نظري، لن نستطيع أبدًا تحقيق المحتوى الغذائي الغني بالمواد الكيميائية النباتية في الطعام عبر الهندسة الوراثية. ولنفترض أننا اكتشفنا جينًا ينتج كرنبًا يتمتع أكثر بالجلوكوسينولات المكافِحة للسرطان، فإن هذه العائلة من المركّبات التي تعزز الصحة تكون واحدة فقط من بين العشرات من المركّبات في الخضراوات، إضافة إلى أنه ـ في نهاية المطاف ـ قد لا تُثْبِت أنها الأكثر فائدة، لكن هناك وعود مبشِّرة تتمثل في تَهْجين أنواع بَرِّيَّة مع حديثة عبر طُرُق التربية التقليدية، التي تتيح جينات لا تُعَدّ، ولا تُحصى. وفي حديقتي، قمت بزراعة توت أسود مُهَجَّن، يُطلق عليه «الكنز البري» الذي يكون خاليًا من الشوك، وذا إنتاجية مرتفعة، ولكنه يحتفظ بالقيمة الغذائية والنكهة اللذيذة لأنواع التوت البري.

ولماذا قمتِ بافتتاح حديقة توضيحية؟

أردتُ أنْ أوضح للناس أنه عن طريق زَرْع طعامهم الخاص يستطيعون الاختيار من بين مجموعة مُنَوَّعَة من الأصناف التي سوف تزيد من فرص حصولهم على حياة صحية أفضل. ويوجد في حديقتي الخاصة تفاح برى من نيبال، مليء بمضادات الأكسدة، حيث إنّ مقدارًا صغيرًا منه يساوي أكثر مما تحتويه تفاحة كبيرة من «هونى كريسب» Honeycrisp . وهناك طماطم» إنديجو روز» السوداء، وهي صنف من الطماطم أسود بلون الحِبر، غنيّ بالأنثوسيانينات. وتوجد أصناف أُرْجُوانِيّة من الجَزَر، والقنبيط، والهليون. ويمكنك القول إن اللَّوْن الأُرْجُوانِيّ هو الأخضر الجديد.

ما هي الخطوة القادمة لك؟

ربما أقوم بتأليف كتاب طهو، يحتوي على كيفية حفظ المحتوى الكيميائي الطبيعي في النبات، وتعزيزه. ولَدَيَّ أيضًا معلومات كافية لتأليف كتاب عن المشروبات الخفيفة الغنية بالمواد الغذائية، مثل الشاي، والقهوة، وغيرهما. ■

أجرى الحوار: جاشا هوفمان

VISUALIZATION: MORITZ STEFANER, WITH MARTIN ROSVALL, JEVIN WEST AND CARL BERGSTROM (BERGSTROM LAB, UNIV. WASHINGTON)

مخطَّط أنماط الاستشهاد المرجعي من اليسار إلى اليمين، وبزوغ العلوم العصبية كتخصُّص علمي مختلف عن علم أحياء الخلايا، وعلم الأحياء الجزيئية، وطب الأعصاب.

قياسات مرجعية

لعبـــة الاستشهـادات المـرجعيـــة

جوناثان آدامز يُقَيِّم محاسن وعيوب استخدام التأثير العلمي.

ثمة مشكلة في القياسات المرجعية Bibliometrics. والواقع أنه هناك مشكلات عديدة في هذا التخصص الذي يتتبع تأثير العلماء في كل شيء، بدءاً من الأبحاث المنشورة في الدوريات العلمية إلى الاستشهادات المرجعية، ومجموعات البيانات، والتغريدات. فالمؤشرات التي يقدِّمها هذا التخصص بحاجة إلى قراءة تفسيرية أفضل، وأدواته كثيرًا ما يساء استخدامها، وأهميته تحوم حولها علامات استفهام متكررة. أما تحليلاته، فهي لا تواكب المستجدَّات الحالية. في كتاب «ما بعد القياسات المرجعية *Beyond Bibliometrics*» الذي حرَّره العالِمان بليز كرونين، وكاسيدي سوجيموتو، يستعرض عددًا من الخبراء تاريخ هذا التخصص، والنظرية المُفَسِّرة لمشكلاته، كما يُقَيِّمون ممارسات استخدامه الصالحة والسيئة، ويقترحون مؤشرات جديدة تشمل المؤشرات المستمدَّة من مصادر بيانات «القياسات البديلة». وكانت ثمرةُ عملهم كتابًا يمثل انتصاراً لهذا التخصص، ومرجعًا لكل الممارسين، ولكنّ هذا الكتاب يفتقر إلى ميزة مهمة، حيث لن يصل إليه غير الخبراء - مثل المراجعين، ولجان التوظيف، ومجالس المِنَح العلمية - الذين يستخدمون القياسات المرجعية، ويسيئون استخدامها في اتخاذ القرارات.

لقد تطوَّر تخصُّص القياسات المرجعية بعد عام 1945 في فترة ازدهار البحوث والتوسع في النشر وإنشاء قواعد البيانات الإلكترونية المنظمة. لقد ظهر هذا التخصص في فضاء الأبحاث قبل 50 عامًا، عندما وضع يوجين جارفيلد مؤشر استشهادات العلوم Science Citation Index في عام 1964، الذي لم تمض سنوات قليلة حتى أَقَرَّتْه المؤسسة الأمريكية للعلوم. وفي أوروبا، وتحديدًا في هولندا والمجر في الثمانينات، تَطَوَّرَ تحليل الاستشهاد المرجعي إلى معلومات لإدارة البحوث. وابتداءً من منتصف التسعينات، بدأت جهات اتخاذ القرارات ووضْع السياسات تستخدم علم القياسات المرجعية كوسيلة لتقييم المؤسسات والباحثين، بفضل تحليلات العمليات البريطانية لتقييم الأبحاث. وقادت إمكانياته التجارية شركةَ النشر الأكاديمي «إلسيفير» Elsevier إلى إنشاء قاعدة البيانات المرجعية «سكوباس» Scopus، وجعلت القيمة الأساسية لشبكات الاستشهاد المرجعي في البحث والاستكشاف خدمة «جوجل الباحث العلمي» Google Scholar خدمةً مفضَّلة للعديد من الباحثين.



ما بعد القياسات المرجعية: الاستفادة من مؤشرات التأثير العلمي متعددة الأبعاد.
تحرير: بليز كرونين وكاسيدي ر. سوجيموتو
مطبعة معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا: 2014

يقدِّم تخصُّص القياسات المرجعية العديد من النتائج المحيرة، فقد كشَف هذا العلم ـ على سبيل المثال ـ عن سرعة نمو الصين، والتوزيع الحقيقي للثروة العلمية بين الأمم وداخلها. كما ساعد في إرساء أسس معزَّزة بالأدلة لسياسة الأبحاث وإدارتها، تُخَالِف افتراضات العلماء المخضرمين وانحيازاتهم.. فأغلب الدول تمتلك قاعدة صغيرة من التميز أقلّ مما يعتقد الكثيرون، وتَبَيَّنَ أن المؤسسات الصغيرة والجديدة تحقِّق تميزاً في الأبحاث العلمية يضاهي المراكز العلمية الكبيرة والقديمة. ولأن الاحتياجات الأساسية للباحث تتمثل في العثور على المطبوعات ذات الصلة الوثيقة بأعمالهم، يقدِّم «نيكولا دي بيليس» عرضًا شائقًاً لتاريخ عِلْم القياسات المرجعية، ويُذَكِّرنا بأن الفضل في تطوير لوغاريتم PageRank الأساسي ـ الذي قام عليه محرك البحث «جوجل» ـ يرجع إلى إحدى نظريات القياسات المرجعية التي أسهَم فيها «جارفيلد» جزئيًّا، و«فرانسيس نارين، وجابريل بينسكي» بصورة صريحة.

وبسبب هذا العمق التاريخي للتحليل، ذهب الكتاب في تناوله للطرق والأدوات إلى أبعد من الأرقام المجرَّدة. فعلى سبيل المثال.. تناول «جيفين ويست، وداريل فيلهينا» الأشكال التوضيحية التي ترسم شبكة الأبحاث كمُتَّجهات تبين المجالات والتخصصات العلمية التي تعتمد على بعضها البعض. أما الشكل التوضيحي الشامل الذي وضعه «لويت ليديزدورف» لتشابُك وترابُط التخصصات البحثية، فيكشف أن التباين في مستويات النجاح قد يعتمد على الاختلافات بين التخصصات البحثية في بِنْيَة الفريق والمؤسسة. وحلَّل «مايكل كيرتز، وإدوين هينيكين» تحليلًا تفصيليًّاً لنُظُم التوصيات التي استخدمها علماء الفيزياء الفلكية في العثور على المراجع الرئيسة.

ترتبط بعض المشكلات التي ينطوي عليها تخصص القياسات المرجعية بالإهمال في الاستخدام. فمؤشر *h* الذي يسجل توزيع الاستشهادات المرجعية للباحث يحتوي على خطأ داخلي، لأنه ثابت، لا يواكب التغيرات في التخصص العلمي، أو المرحلة المهنية. وهذه البساطة أدَّت إلى ظهور عدد كبير من المؤشرات المشتقة. فعوامل التأثير مثلًا تتعلق بالدوريات العلمية، وليس المقالات أو

المنشورات الفردية، ولكنّ مديري الأبحاث يستخدمونها في اختيار الباحثين. فالمهندسون ينشرون وقائع المؤتمرات، ولكنهم يرسلون فقط أبحاثهم المنشورة في الدوريات للتقييم، وعلماء الرياضيات نادرًا ما ينشرون أبحاثًا علمية، لكنهم يستشهدون ـ بكثافة ـ بأعمال سابقة؛ أما علماء الأحياء الجزيئية، فعلى العكس تمامًا.. فهُم ينشرون عددًا كبيرًا من الأبحاث، ولكنهم قليلًا ما يستشهدون بالأبحاث السابقة. وتختلف مهام التأليف تمامًا بين علماء الاقتصاد وعلماء فيزياء الجسيمات. هذه الفروق الدقيقة ودلالاتها لا يعرفها سوى عدد قليل من مستخدمي القياسات المرجعية، ولكنْ هناك مَنْ يظن منهم ـ وهم كثيرون ـ أنّ بوسعه قراءة الأرقام أو إقناع الآخرين بقراءتها على طريقته.

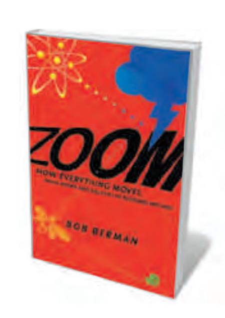
تعتمد سياسات الأبحاث وإدارتها الآن اعتمادًا جوهريًّا على القياسات المرجعية، وأصبحت معيارًا أصيلًا في تقييم البرامج للمفوضية الأوروبية والوكالات الوطنية، بما في ذلك مجالس البحوث البريطانية، لكن «كرونين، وسوجيموتو» ينصحان بالحذر، ويتساءلان: هل نفهم حقًّا بيانات الاستشهاد المرجعي وطرق استفادتنا منها بعد هذه العقود الطويلة من استخدامها؟ هل لدى الذين يستخدمون القياسات المرجعية معايير واضحة حول توظيفها وتفسيرها؟ إذا كان الإهمال والاستهتار يحيط باستخدام مؤشر له تأثير جوهري على الأبحاث، فلا بد من نشر هذه الآراء بين قطاع عريض من الجمهور والمهتمِّين.

بعض المشكلات الأخرى في القياسات المرجعية تنشأ من قيود الاستخدام.. فالباحثون «جوليا لين، ومارك لارجان، وريبيكا روزن» يُذَكِّروننا بأن القادة السياسيين ومديري الأبحاث يرغبون في معرفة المؤشرات في الوقت المناسب؛ حتى يمكنهم التأثير على ما يحدث في الوقت الحالي، بدلًا من دراسة ما حدث بالفعل، ولكنّ بيانات الاستشهادات المرجعية تتعلق بالأبحاث التي مضى على تمويلها عدة سنوات. ولهذا.. يتخطى الكتاب في ثلثه الأخير «القياسات المرجعية»، ليركِّز على «القياسات البديلة» التي قد تعالج هذا القصور. ويمكن الحصول على القياسات البديلة جزئيًّا من وسائل الإعلام الاجتماعي، مثل «تويتر»، والمدوَّنات (التي ناقشها الباحث جيسون بريم في الكتاب)، وجزئيًّا من نشاط الأبحاث، بما في ذلك تنزيل البيانات (كايفان كوشا، ومايك ثيلوول، وستيفاني هاوستين) كما يتناول الكتاب مؤشرات الاحترام (مثل القرابات الأكاديمية التي عرضها سوجيموتو). وبينما يعتمد تحليل الاستشهادات المرجعية على عقود من الأبحاث، لدينا ـ بالمقارنة ـ أقل من عشر سنوات على الإعلام الاجتماعي لتحليلها. ولهذا.. هناك توتر إذا لم يجرؤ المعلِّقون المتطوِّعون على تقديم الإجابات، وسارع الخبراء إلى تقديم إجابات لإرضاء جهات وضْع السياسات. وإذا قدَّمنا تحليلات تعتمد على أسس واهية، وروَّجْنا لها بوعود مُبالَغ فيها، فإننا حينئذ نقوِّض ما يمكن أن يكون ـ بحرص وعناية ـ مصدرًا ثريًّا بالمعلومات.

وإذا رُوعِيت الأساليب والتطورات التي يناقشها كتاب «ما بعد القياسات المرجعية *Beyond Bibliometrics*» بحرص وحذر؛ فإنها ستؤدي إلى تحسين القرارات المتَّخَذَة حول اتجاهات المستقبل والتمويل، واختيار الباحثين والعلماء. والنَّص العملي الذي قدمه لنا كوكبةٌ من الخبراء والباحثين في هذا الكتاب نَصٌّ سهل التطبيق، يرشدنا جميعًا في مهامِّنا اليومية. ■

جوناثان آدامز كبير العلماء في «ديجيتال ساينس» في لندن وليدز، المملكة المتحدة، وهي جزء من «ماكميلان ساينس آند إديوكيشن»، التي تطبع دورية *Nature*.
البريد الإلكتروني: j.adams@digital-science.com

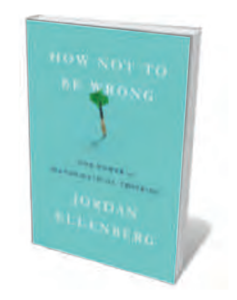
ملخصات كتب



الوهم الافتراضي: فقط لأنّ الإنترنت أخبرك، كيف تعرف أنه حقيقة؟

تشارلز سايف، فايكينج (2014)

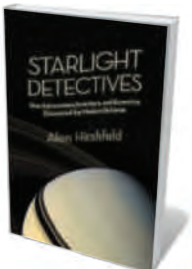
يشير الصحفي تشارلز سايف Charles Seife إلى أنّ المعلومات الرقمية هي «آفة العقل»، ولا يُوجَد لقاح لها.. فهي تنتقل كالعدوى بصورة فريدة، مقاومة ومترابطة، وهي معجزة غير مسبوقة، وأيضًا مناسِبة لسوء الاستخدام بشكل كامل. تقتحم تحليلات سايف مناطقَ عميقة، وهو يتجوَّل في «الواقع» غير الطبيعي عبر فلتر الإنترنت المعقَّد، بدايةً من الأخبار الفورية التي تتمخَّض عنها الصحافة الإلكترونية إلى التنقيحات المتغيرة لموسوعة ويكيبيديا، و«العرائس المزيفة» ـ (الشخصيات الوهمية على الإنترنت) ـ والاحتيال، والشائعات الفيروسية. ويُعَدّ الكتاب دعوة مقنعة، ومتوازنة، ذات طابع حماسي هادئ لمبدأ الشك في الإنترنت.



اقتراب.. كيف يتحرك كل شيء، من الذَّرّات والمجرّات إلى العواصف الثلجية والنحل

بوب بيرمان، ليتل، براون (2014)

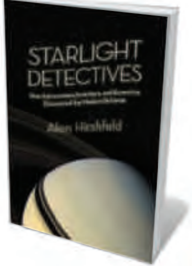
يدنو كاتب المقال العلمي بوب بيرمان من المستحيل – الحركة الدائبة – في هذا الاستكشاف المدفوع بِحِسّ الفكاهة للحركة في الطبيعة. ويضع بين دَفَّتَي كتابٍ رحلته مع «أصل كل حركة»، أي النظام الكوني، حيث بدأ رحلته بزيارة عالِم الفيزياء الفلكية دانيال كيلسون (الذي اكتشف أسرع المجرّات المعروفة في الحركة)، وأخيرًا.. التفكير مليًّا في السرعة الفائقة للنجوم في كَوْنٍ لا نهاية له. ويوجد بينهما صخب مبهر من خلال اقتفاء أثر رحلة حركة النيوترينات، وحشرات اليعسوب التي تطير بسرعة 60 كيلومترًا في الساعة، و«قفزات الكانجارو» فوق حبيبات الرمال التي تذروها الرياح، وأكثر من ذلك.



كيف لا تكون مخطئًا: قوة التفكير الرياضي

جوردان إلنبرج، بنجوين (2014)

دائمًا ما يحتفي علماء الرياضيات، بدايةً من تشارلز لوتويدج دودسن وحتى ستيفين شتروجاتز، بقوة الرياضيات في الحياة والخيال. في هذا الكتاب، والذي يُعَدّ استكشافًا شيّقًا للرياضيات المستخدمة في حياتنا اليومية، يحذو جوردان إلنبرج حذو هؤلاء العلماء، صانعًا لنا «طرقًا صناعيًّا يعمل بالطاقة الذرية، يمكِّنك من توسيع نطاق حدسك السليم». ويشرح إلنبرج، وهو الأكاديمي وصاحب عمود Do The Math في مجلة (سليت *Slate*)، مبادئ جوهرية بحيوية ومعرفة واسعة -سواءٌ أكان يمحّص دراسات أمريكية تنذر بأن «السِّمنة ستؤدي إلى نهاية العالم»، أو يحلل بتدقيق محاولات عالم النفس بي. إف. سكينر في استخدام الإحصاء لإثبات أن شكسبير كان فاشلًا في توظيف الجناس.



مفتشو ضوء النجوم: كيف اكتشف علماء الفلك، والمخترعون وغريبو الأطوار الكونَ الحديث

آلان هيرشفيلد، دار نشر بلفيو الأدبية (2014)

منذ عام 1850 وحتى عام 1930، حوّلت حَفْنَة من الماهرين بالتكنولوجيا مسار علم الفلك. يروي لنا عالم الفيزياء آلان هيرشفيلد باستمتاع جَلِيٍ هذا السباق لاكتشاف الفضاء السحيق. ويستعرض لنا إنجاز هواة مُتَأَلِّقين، من بينهم ويليام بوند، المراقب الفلكي لدى جامعة هارفارد، ورائد التصوير الفلكي هنري دريبر. ولا تقل خاتمة كتاب هيرشفيلد إثارة؛ فهو يسرد كيف اكتشف إدوين هابل -مستخدمًا التليسكوب العاكس ذي المترين ونصف بمرصد جبل ويلسون Mount Wilson في كاليفورنيا- تمدُّدَ الكون وأطلق عنان النِّظام الكونيّ.



كتاب ثلاثية الفصوص: رحلة مصوَّرة

ريكاردو ليفي- سيتي، مطبعة جامعة شيكاغو (2014)

ربما تكون قد اندثرت منذ 250 مليون سنة، لكنْ تتمتع ثلاثية الفصوص ـ وهي مجموعة من المِفْصَلِيّات البحرية، تحتوي على 20,000 نوع ـ باستحواذ دائم على الخيال البشري. يزاوج هذا الكتاب ـ الذي يزين طاولات القهوة ـ لعالِم الفيزياء وعاشق الحيوانات ثلاثية الفصوص ريكاردو ليفي سيتي، القصة المتشابكة المحبوكة عن تنقيبه عبر العالَم عن العيّنات وموضع ثلاثية الفصوص في مرحلة ما قبل التاريخ، مع 235 صورة ملونة رائعة لحفريات مختارة. وربما تكون المجموعة المكتشَفة بواسطة آركادي إيفدوكيموف في روسيا هي الأكثر إثارة للدهشة، إذ إنها ذات حفظ خلّاب، وصولًا إلى المحارة غير منتظمة الشكل، المزخرفة للعمود الفقري المقوَّس، والعيون البارزة المعقدة.

مراسلات

تقييم فوائد وتكاليف طاقة صخر الزِّيْتايت

تقوم الولايات المتحدة وكندا فعليًّا باستخراج الوقود الحفري من تكوينات صخر الزِّيْتايت، وذلك عن طريق التكسير الهيدروليكي. وتتوسع هذه الصناعة بصورة سريعة في أستراليا، وآسيا، وجنوب أمريكا، وأوروبا. فبينما تميل المواقع التقليدية لإنتاج الطاقة إلى التسبُّب في تأثيرات محلية في الأساس، فإن الانبعاثات المكانية الموسعة لاستخراج طاقة صخر الزِّيْتايت تعني تأثر مزيد من الناس بتأسيس هذه المواقع.

تُقدَّر أن حوالي 300 مليون شخص عبر ست قارات يقطنون الأراضي التي تعلو مكامن صخر الزِّيْتايت (انظر: «الآثار الاجتماعية والاقتصادية لصخر الزِّيْتايت»)، ويعتمد هذا الرقم في الأساس على أحواض الغاز الصخري والنفط المحدَّدة من قِبَل إدارة معلومات الطاقة الأمريكية (انظر: do.nature.com/tgsmsv)، وبيانات الاستيطان، ومن المرجح أن يكون ثمة تأثيرات اجتماعية واقتصادية لمواقع الاستخراج الصناعي واسع النطاق على كل هؤلاء الأفراد.

ويمكن لهذه الآثار أن تكون مغانم، أو أنْ تكون مغارم، وذلك حسب الدور الذي ستلعبه. من ذلك.. على سبيل المثال: التغيرات الإيجابية أو السلبية للدخل، والتشغيل، وتكاليف السكن للأفراد، أما فيما يتعلق بالمجتمعات، فربما يكون ثمة آثار على النمو السكاني، وهجرة الشباب، وتوزيع الدخل، والشكل الجمالي للمناظر الطبيعية، وتوفير الخدمات. كذلك قد تغيِّر مواقع الاستخراج في الإنتاجية الاقتصادية للمناطق المضيفة ـ على سبيل المثال ـ بسبب التنافس على استخدام الأرض، أو الأجور العالية في قطاع الطاقة.

إن مواجهة هذه العوامل على نحو لائق سوف تمثل تحدِّيًا لصانعي السياسة، الذين يحتاجون إلى الوعي بفوائد تكنولوجيا طاقة صخر الزِّيْتايت للمجتمعات، والذين يتوجب عليهم أيضًا تعويض الخسائر المحتملة، بما في ذلك تحديد التعويضات المناسبة.

توماس جي. ميشام، ديفيد إيه. فليمنج علوم النظم البيئية بمنظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية CSIRO معامل الجبل الأسود، كانبيرا، أستراليا.
Tom.measham@csiro.au

الآثار الاجتماعية والاقتصادية لطاقة صخر الزِّيْتايت

من بين جميع الناس في المناطق الآهلة بالسكان (النقاط الزرقاء الداكنة) في جميع أنحاء العالم، يعيش حوالي 300 مليون فوق مكامن طاقة صخر الزِّيْتايت المعروفة (النقاط الحمراء).



الذُّرَة ليست دليلًا لأصول بورتوريكيّة

إنكم تُناقشون الآثار المترتبة على الاكتشاف غير المنشور للحمض النووي من الذُّرَة الموجودة في براز القدماء من حضارتين تنتميان إلى عصر ما قبل كولمبوس على جزيرة فيكويس، بورتوريكو (*Nature* http://doi.org/s8g; 2014).

نحن نشكّك في الاستنتاج المترتِّب على هذا الاكتشاف بأنّ إحدى هذه الحضارات ـ شعب Huecoid ـ نبعت من الأنديز البوليفيين.

من المفترَض أن هذا الاستنتاج يقوم على فرضية، مؤدّاها أن الذُّرَة ومشروب الشِّيشَا (مشروب الذُّرَة المُخَمَّرة) كانا يتم إنتاجها في بوليفيا، إلا أنهما في الحقيقة كانا يُستخدَمان على نحو واسع في أمريكا ما قبل كولمبوس، أثناء عصور Huecoid عام 400 ق.م.، حتى عام 600 م. (انظر، على سبيل المثال: R. A. Oyuela-Caycedo وM. Bonzani في Histories of Maize 343- 356; Academia Press, 2006). كذلك كانت الذُّرَة موجودة بين جماعات جزر الأنتيل ما قبل الأراواك بحلول عام 2950 ق.م.، ولم تدخل بورتوريكو ـ بعكس تَكَهُّناتكم ـ على أيدي شعوب Huecoid (انظر: J. R. Pagán-Jiménez في The Oxford Handbook of Caribbean Archaeology 391-406; Oxford Univ. Press, 2013).

ومن ثم، فإن الشواهد الأثرية لمجتمعات الكاريبي الأولى تشير إلى إمكانية تمتُّع سكان بورتوريكو الأصليين بأصول أقدم وأوسع نطاقًا مما تَضَمَّنه تقريركم (انظر أيضًا: R. Rodríguez-Ramos Rethinking Puerto Rican History; Univ. Alabama Press, 2010).

جيم آر. باجان-جيمينى، جامعة ليدن، هولندا.
رينيل ريدريجوى-راموس جامعة بورتوريكو، يوتوادو، بورتوريكو
جوسيه آر. أوليفر كلية لندن الجامعية، المملكة المتحدة.
j.r.pagan.jimenez@umail.leidenuniv.nl

البيولوجيا التخليقية: إغفال جوهر القضية

يحذر فولكر تير مولين من أن مبالغة الجماعات البيئية وغيرها من الجماعات بشأن مخاطر البيولوجيا التخليقية ربما تؤدي إلى المغالاة في اللوائح التنظيمية، حيث يقول إن هذه المخاطر حدثت بالفعل للكائنات المعدلة وراثيًّا (*Nature* **509**, 135; 2014)، إلا أن جوهر دعم علم البيولوجيا التخليقية لا يكمن في التحقق من حرية العلم في الذهاب حيثما شاء، وإنما في خلق نموذج للمجتمع الذي يريد الناس أن يعيشوا فيه.

ففي الولايات المتحدة الأمريكية ـ على سبيل المثال ـ حال التقديم المتعجل وغير المُمَحِّص للكائنات المعدلة وراثيًّا دون نقاش قضايا من شاكلة المسارات البديلة للابتكار، والتأثير على التنوع الحيوي، ومقاومة الآفات. يعتقد الكثيرون أنه كان من الممكن معالجة هذه القضايا بصورة أفضل من خلال التبكير، وتوسيع نطاق النقاش العام بشأن الشكوك المحيطة بالكائنات المعدلة وراثيًّا (انظر: S. Jasanoff Designs on *Nature* Princeton Univ. Press; 2005).

في رأينا، نعتقد أن تير مولين يقلِّل من شأن الدور الذي يقوم به علماء الاجتماع باقتراحه إمكانية قيامهم بدعم الجدل بشأن البيولوجيا التخليقية، عن طريق إيجاد وسائل أفضل لنقل ما يعتقده العلماء. كذلك يلمح تير مولين إلى أن الاهتمام العام بهذه التقنيات وبإدارتها لا يعكس إلا فشلًا في فهم علم تقييم المخاطر، إلا أن «نموذج العجز» للاهتمام العام قد فقد مصداقيته منذ زمن بعيد (انظر: A. Irwin and B. Wynne Misunderstanding Science? Cambridge Univ. Press; 1996).

لم يَعُد مجهولًا للعلماء أنفسهم أن يدعموا المغالاة والتقبُّل غير النقدي لبعض الدعاوى، أو أن يصرفوا اهتمامهم إلى الفوائد المرتقبة، بدلًا من المخاطر. إن هذه الممارسة ربما تكمن في قلب الاهتمام العام الأكثر اتساعًا بشأن الابتكار المسؤول (انظر، على سبيل المثال: go.nature.com/zehpdp).

سام وايس إيفانز* جامعة كاليفورنيا، بيركلي، الولايات المتحدة الأمريكية.
Samuel.evans@berkeley.edu
*بالإنابة عن 21 مراسلًا.

(انظر: go.nature.com/romzbu للتعرف على القائمة الكاملة).

البيولوجيا التخليقية: نَهْج عالمي

برغم بعض النجاحات في الدفع قُدُمًا بأفضل الممارسات للبيولوجيا التخليقية في مجال الأخلاق، والأمان، والأمن، والبيئة، إلا أن الحديث بشأن «تَجَمُّع قَبَلي» عالمي قد بدأ توًّا (انظر: *Nature* **509**, 133; 2014).

في عام 2006، عندما شرع هذا التخصص في تثمين تصورات وظروف النجاح، تم تأسيس مركز هندسة البيولوجيا التخليقية (Synberc; www.synberc.org) بدعم من مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية. كان هذا المركز يتألف من عشرين باحثًا، ساعدوا على وضع أسس البيولوجيا التخليقية في وقت كانت فيه القَبَلية لا تزال تقدِّم لنا بعض النفع.

أما الآن، فقد تحول مركز هندسة البيولوجيا التخليقية إلى قبيلة متنوعة بصورة متفردة. يهدف المركز إلى دراسة السياق الاجتماعي الموسع لممارسة بحوث التكنولوجيا الحيوية، من خلال برامج تضم علماء سياسيين، وباحثين قانونيين، وعلماء في الأخلاق واللاهوت، وممارسين صناعيين، وآخرين، جَنْبًا إلى جنبٍ مع اللجنة

DATA SOURCES: NATURALEARTHDATA.COM/EIA

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الاستشارية العلمية التابعة للمركز.

نحن نطالب بتوسُّع عالمي لنموذج المركز؛ ليتحول إلى منظمة أكثر شمولية تلتزم بالدفع قُدُمًا بعجلة التقدم العلمي والاجتماعي المسؤول في مجال البيولوجيا التخليقية. تحتاج وكالات التمويل الرئيسة بالولايات المتحدة ونظراؤها حول العالم إلى التعاون مع الأكاديميين والشركاء الصناعيين والمجتمع؛ لدعم هذه الجهود طويلة المدى التي تتمتع بتنسيق عالمي (انظر أيضًا: V. ter Meulen *Nature* **509**, 135; 2014).

جاي دي. كيسلنج* جامعة كاليفورنيا، بيركلي، الولايات المتحدة الأمريكية.
keasling@berkeley.edu
*بالإنابة عن 16 مراسلًا.
(انظر: go.nature.com/bp83hq للتعرف على القائمة الكاملة).

مشاركة بياناتك أسهل مما تعتقد

يتشكك جيوفري جودهيل في بعض التطبيقات العملية لسياسات مشاركة البيانات المفتوحة (*Nature* **509**, 33; 2014)، لكني أعتقد أن مخاوفه لا أساسَ لها.

إن عملية تخزين كميات ضخمة من البيانات الأساسية مُكلِّفة، لكن العديد من المواد المُعدة للمشاركة تتم معالجتها بكفاءة عالية وتكون صغيرة نسبيًّا، فكونيكتوم مخ الفأر، على سبيل المثال، يكون متاحًا كملف 3 ميجا بايت مستمد من العديد من الجيجا بايت من الملفات الأساسية (S. W. Oh *et al*. *Nature* **508**, 207- 214; 2014)، كذلك لا يوجد نقص في المستودعات؛ فالعديد من قواعد البيانات المؤسسية تكون متاحة بالمجان، ومدعومة بشكل جيد (مثل zenodo.org المدعوم من سيرن، المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات بجنيف، سويسرا)، وسوف تصبح العديد من المستودعات متصلة بالإنترنت بمجرد تعلُّم الباحثين مشاركة البيانات بفاعلية.

على عكس اقتراح جودهيل، فإن مشاركة الكود الحاسوبي لا تتطلب بالضرورة استثمار الكثير من الوقت (انظر، على سبيل المثال: D. C. Ince *et al*. *Nature* **482**, 485- 488; 2012)، فالكود جزء مهم من الورقة البحثية، ومن ثم فإن الفائدة تعم إذا تولَّى المؤلفون من البداية مشاركة هذا الكود أو إعادة استخدامه، كذلك فإن الذين يقومون بنشر الكود لا يقعون تحت أي إلزام بمتابعته.

ستيفن إيجلن، جامعة كامبريدج، المملكة المتحدة
Sje30@cam.ac.uk

تبرير أبحاث الأجنة في أوروبا

جاء قرار اللجنة الأوروبية في الشهر الماضي بعدم إجراء تعديلات على التشريع الخاص بالبحوث العلمية، بما في ذلك تدمير الأجنة البشرية، كاستجابة للالتماس الذي تقدمت به مجموعة أحدنا «One of Us» المعارضة للإجهاض بمثابة إنقاذ، وبرغم ذلك فقد حان الوقت لوضع نهاية لهذه الحالة من 'ديمقراطية الحلقة المفرغة، (انظر: *Nature* **508**, 287; 2014).

تتجاهل الحملات التي ينظمها المواطنون ضد تدمير الأجنة ميلاد أكثر من 5 ملايين طفل بسبب التقدم الذي يشهده الطب الإنجابي، فضلا عن إمكانية تجنُّب الإجهاض الانتقائي الذي يحدث في أعقاب التشخيص الوراثي السلبي بفضل التقدُّم في فحص الأجنة قبل الغرس في الرحم، كذلك فإن بحوث الخلايا الجذعية الجنينية تفتح المجال أمام الطب التجديدي، الذي ربما يقدم في نهاية المطاف علاجًا لحالات مثل فشل البنكرياس وتحلل البقعة الصفراء المرتبط بالسن.

يمثل الوضع الأخلاقي للجنين البشري بين التلقيح والغرس في الرحم بُعدًا مركزيًّا في هذا الجدل؛ فعلى الرغم من إمكانية تطور البويضة المخصبة إلى إنسان مكتمل، فإن الكثيرين يعتقدون أنها لم تصل بعد لهذه المرحلة، ومن ثم يمكن تبرير تدمير الأجنة المتبرعة لأغراض البحث الطبي شريطة أن يخضع هذا العمل للوائح وإشراف صارمين، ويوجد بالفعل دراسة حديثة (غير منشورة) تبين أن التبرع بالأجنة الاحتياطية يلقى دعمًا موسعًا بين الأزواج الذين يخضعون للتخصيب الصناعي في أوروبا.

جويب جيرايدتس، جامعة ماسترخت، هولندا
Joep.geraedts@mumc.nl

لا تزال هناك أشكال حمراء وخضراء أكثر من اللازم

لا يستطيع مرضى عمى اللونين الأحمر والأخضر تفسير الأشكال التي تحمل هذه الألوان في الأوراق البحثية، ومن ثم، فإننا نناشد كافة الدوريات بتقديم نسخ بديلة لأشكال يستطيع هؤلاء الأفراد الوصول إليها بسهولة أكبر.

وقد قمنا بفحص الأوراق البحثية التي تم نشرها في مجلة نيتشر في الفترة من يناير إلى أبريل 2014، والتي تحتوي على صورة واحدة على الأقل تحتاج إلى تمييز الألوان: قرابة ثلاثة أرباع هذه الصور تستخدم مزيج اللونين الأحمر والأخضر، وتوصي بعض الدوريات الآن المؤلفين بإعادة تلوين الأشكال- اللونين الأخضر والأرجواني، على سبيل المثال (انظر: على سبيل المثال: B. Wong *Nature Methods* **8**, 441; 2011).

سيكون من الأفضل لو استطاعت الدوريات إدراج رابط للنسخة الخاصة بالأشكال الحمراء والخضراء يمكن الوصول إليها عن طريق اللون، وتنفيذ ذلك بأثر رجعي مع الأشكال المؤرشفة، حيث سيفيد ذلك أيضًا في إجراء عرض الشرائح والبوسترات.

س. كولبي أولريد، ويليام ج. شراينر، أوليفر سميثيز، مدرسة الطب بجامعة نورث كارولينا، شابل هيل، كارولينا الشمالية، الولايات المتحدة الأمريكية
Samuel_allred@med.unc.edu

مواقد الطهو: تنظيف الوقود على جبهتين

بعكس الانطباع الذي تنقلونه (انظر: *Nature* **509**, 533; 2014)، فإن تكنولوجيا الطهو بحرق الكتلة الحيوية تتقدم بصورة مطَّرِدة. فالمواقد الآن أكثر كفاءة، وتَصْدُر عنها كميات أقل بكثير من الدخان، وستظل شائعة ما دام المستخدمون قادرين على الوصول إلى الكتلة الحيوية، مثل الخشب والروث، بمعدل تكلفة مباشرة قدره (صفر). ومن ثم يجب أن تتواصل الجهود لإتاحة أنواع الوقود النظيف من جانب، وتنظيف أنواع الوقود المتاحة من جانب آخر.

في تجربة أنواع جديدة من مواقد حرق الكتلة الحيوية ـ بما في ذلك التجربة التي قام تقرير 2012 الذي ذكرتموه بتغطيتها ـ ثبت أن أحد العوامل التي تسهم في النتيجة التي تبدو سلبية هو الاستخدام غير المبرَّر في الغالب مِن قِبَل المعلِن لكلمة «مُحَسَّن» لتسويق المواقد الجديدة. لقد أدى ذلك إلى استنتاج، مفاده أن «التحسينات» لم تنجح. إن التحسينات الحقيقية لا يمكن أن تنبع إلّا من عمليات اختبار وتقييم منهجية. إضافة إلى ذلك.. فإن التجارب العشوائية التي تخضع للتدخلات الصحية تحتاج أن تتبع معايير صارمة (انظر، على سبيل المثال: K. R. Smith *et al*. *Lancet* **378**, 1717- 1762; 2011).

كان من المقرَّر في فصل الخريف الماضي أن يكون قد انتهي التحالف العالمي لمواقد الطهو النظيفة بواشنطن العاصمة، والمنظمة الدولية للقياس (أيزو) مِن وَضْع الصيغة النهائية لأول معايير الانبعاثات الصحية لمواقد الكتلة الحيوية، التي ستتم معرفتها من خلال إرشادات جودة الهواء في الأماكن المغلقة القادمة، الصادرة عن منظمة الصحة العالمية. لن يجد المُمَوِّلون، والمنظمات غير الحكومية، والقطاع الخاص، ووسائل الإعلام، والباحثون أنفسهم بعد ذلك مضطرين للاعتماد على مواصفات غامضة، لا أساس لها للحكم على أداء الموقد.

كيرك آر. سميث جامعة كاليفورنيا، بيركلي، الولايات المتحدة الأمريكية.
krksmith@berkeley.edu

مواقد الطهو: تصميم شائع في بيرو

يمثِّل التحول إلى وقود الطاقة النظيفة أحد أولويات الطهو لدى المجتمعات الريفية في بيرو. ومَرَدّ ذلك إلى سببين: الآثار الصحية الضارة لدخان الأماكن المغلقة، الناتج عن مواقد حرق الكتلة الحيوية (انظر: *Nature* **509**, 548- 551; 2014)، ولأن استخدام الأخشاب الاستوائية كوقود يعجِّل بالتصحر في الأمازون.

يمثل الغاز الطبيعي، الذي يتحتم استخراجه ونقله عبر جبال الأنديز، ما يفرض تكاليف تهريب باهظة، المصدر الوحيد المُجْدِي للوقود النظيف للمجتمعات الريفية في منطقة الأمازون البيرويّة.

ثمة حَل آخر يقدمه أحد مواقد الطهو بالانحلال الحراري، حيث يساعد تصميم غرفة الاحتراق لهذا الموقد (انظر: go.nature.com/e7j8q1) على تفوقه على مواقد حرق الكتلة الحيوية التي تصفونها؛ ما يجعلها تطهو بسرعة أكبر من النار المفتوحة، فضلًا عن أنها تستهلك نصف كمية الخشب، وتنبعث منها نصف كمية الدخان، وتعمل بوقود منخفض الدرجة، كالأغصان الصغيرة، وأوراق الأشجار.

وإذا كان سعر الوحدة يبلغ 180 دولارًا أمريكيًّا، فإن هذا الموقد يبدو باهظ التكلفة عند مقارنته بالمواقد التي تناقشونها، والتي يبلغ سعرها 15 دولارًا فقط، إلا أن هذه التكلفة تتضمن التدريب، والملاحظة، والتعليم؛ للتحقُّق من استخدام الموقد بصورة ملائمة. وعملية تحويل هذه المواقد لحرق الغاز الطبيعي تمثل أمرًا يسيرًا، إذا أصبح ذلك أكثر جدوى من الناحية الاقتصادية.

كايسارا خاتون جامعة برشلونة المستقلة (UAB)، بيلاتيرا، إسبانيا.
برينتون لاد جامعة الجنوب العلمية، ليما، بيرو.
brenton.ladd@gmail.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

جِيرالد إيدِلْمان

(2014–1929)

عالِم الأحياء الذي فاز بجائزة «نوبل»، لاكتشافه بِنْيَة الجسم المضاد.

كان جِيرالد إيدِلْمان رجلًا متعدد المواهب، وذا معرفة واسعة. وكان عالِم الأحياء البارز أيضًا كاتبًا بارعًا، وموسيقيًّا، ومُطَّلِعًا على مدى واسع من الفلسفة. وقد أسبغ هذا كله أسلوبًا أنيقًا على علمه، ومَنَحَ أعماله الفكرية ذات الطبيعة الأكثر نظريةً صيغةً أدبية مميزة.

توفي إيدلمان يوم 17 مايو في لا جولا، كاليفورنيا. وكان قد وُلد في كوينز، نيويورك، في عام 1929. درس إيدلمان الطب، ثم التفت إلى علم المناعة، وقضى معظم حياته المهنية البحثية في جامعة روكفلر في نيويورك. قاد تركيزه على بِنْيَة الأجسام المضادة في ستينات القرن العشرين إلى حصوله على جائزة «نوبل» في عام 1972 في علم وظائف الأعضاء أو الطب، التي تقاسمها مع رودني بورتر. كرّمت الجائزة عمل إيدلمان على وصف سلاسل عديد الببتيد الثقيلة (H) والخفيفة (L)، وكذلك عمل بورتر على مناطق الارتباط المميزة (ارتباط المستضد أو الشُّدفَة الرابطة للمستضد) للأجسام المضادة (التي تُسمى أيضًا الجلوبيولينات المناعية). كانت هذه أحجار الدومينو الأولى التي تقع في أبحاث استكشاف هذه التقلبات الهيكلية التي تكمن في صميم تعرُّف العوامل المعدية ـ مثل البكتيريا والفيروسات ـ بناءً على الأجسام المضادة.

اكتشف إيدلمان مع الزميل جوزيف جالي أن سلسلة عديد الببتيد L تفرز في بول الشخص المصاب بورم النخاع الشوكي. ولما كانت سلسلة عديد الببتيد L متجانسة (أي تحتوي كل سلسلة حمض أميني واحد)، فقد كانت هذه السلاسل الخفيفة قابلة للتوصيف الهيكلي، على عكس مزيج من الأجسام المضادة في الدم.

بعد الجائزة، وسّعت مجموعة إيدلمان اهتماماتها في عديد من المجالات، بما في ذلك البروتينات التي ترتبط بالكربوهيدرات، والتصاق الخلايا ببعضها بواسطة البروتينات الموجودة على سطح أغشية الخلايا، وكذلك مجال تخلُّق الأنسجة، لكن تركيز إيدلمان الشخصي كان قد بدأ يتحول نحو الجهاز العصبي، مما أدى في عام 1981 إلى تأسيسه وإدارته لمعهد العلوم العصبية في نيويورك، الذي انتقل معه في عام 1993 إلى سان دييجو، كاليفورنيا، حيث أصبح جزءًا من معهد سكريبس للأبحاث (والذي استقل عنه مجددًا في عام 2012).

وقد شغف إيدلمان طوال حياته المهنية بالإمكانات التفسيرية الهائلة لنظم التعرف الانتقائي selective-recognition systems. فقد استُخدمت هذه النظم لمعالجة وتوضيح اثنين من المشكلات الأكثر تحديًا في مجال البيولوجيا: تطور الأنواع، والاستجابة المناعية التكيُّفية. فيعتمد تطور الأنواع الدارويني على الانتخاب القائم على المواءمة من مجموعة من الصفات الوراثية المتباينة؛ والجهاز المناعي يتعرف على الأجسام الغريبة عن طريق مجموعة من الخلايا التي تتعرف على المستضد.

خلال الفترة نفسها تقريبًا من دراسات الأجسام المضادة، اكتشفت فِرَق بحثية مختلفة اثنتين من الخصائص الأساسية للخلايا العصبية ووصلاتها المتشابكة: أنّ الخلايا العصبية القشرية تنتظم في مجموعات منفصلة من الخلايا، وأنّ التشابكات العصبية تُعزَّز بالاستخدام. ويجادل إيدلمان بأنّ قدرات التعرف والمعالجة الهائلة لجهاز عصبي متطور تعتمد على اختيار مجموعات الخلايا من بين الخلايا العاملة التي تختلف في أنماط التواصل فيما بينها. إن المعلومات الحسية الواردة تستثير ردّ فعل من مجموعات الخلايا المتمايزة عن بعضها؛ وقد افترض إيدلمان أنه يمكن تعديلها، من خلال التعرف المتكرر (وهو ما يُسمّى إعادة الدخول) الذي يوفر الفرص للتعزيز والتجريد والتداعي. وهكذا، جادل إيدلمان بأن بساطة الاختيار المتكرر من مجموعة متنامية قد تُفسِّر القدرة المذهلة لمعالجة المعلومات في النظم العصبية المتطورة.

عرض إيدلمان هذه الفكرة في عديد من الكتب، بما في ذلك كتاب الداروينية العصبية (Basic, 1987)، الهواء المشرق، النار المتألقة (Basic, 1993)، كَوْنٌ من الوعي (Basic, 2001)، الذي ألَّفه مع زميله جوليو تونوني. وغالبًا ما تكون الأوصاف والحجج ـ التي يستخدمها ـ كثيفة وتفصيلية، فينظر إليها بعض القراء على أنها ذات نوعية أدبية تثير الإعجاب، في حين يرى آخرون أنها مفرطة وغامضة.

ونظرًا إلى خلفيته متعددة الأبعاد وذكائه الثاقب، فليس من المستغرب أن إيدلمان كان شخصًا معقدًا ومثيرًا للجدل في أبحاثه وعلاقاته. فيمكن أن يتراوح بين كونه شخصًا ساحرًا وملهمًا أومتعجرفًا وحادًّا. وعلى الرغم من أن الزملاء كثيرًا ما وجدوه شخصًا فظًّا، إلا أن إيدلمان في مجموعته كان من الممكن أن يكون قائدًا فعالًا ومِعطاءً. فقد استمر في التعاون مع عديد من العلماء البارزين، بما في ذلك جالي، وبروس كننجهام - الذي كانت مهاراته البيوكيميائية أساسية في المهمة الهائلة المتمثلة في تحليل الأجسام المضادة في الستينات والسبعينات من القرن العشرين - وجورج ريكي في النمذجة المبكرة لوظائف مختارة من وظائف المخ منذ ثمانينات القرن العشرين وما تلاها.



CLAUDIO VITALE

كما كان إيدلمان معلمًا استثنائيًّا. فقد كانت لديه موهبة صياغة الفرضيات المهمة؛ فأَسَّس توجُّهًا براجماتيًّا بالنسبة إلى التصميم التجريبي: فصياغته لـ«مبدأ الثلاجة» عبّرت عن أن الأفكار قد تأتي أحيانًا من العوامل المتاحة بسهولة. وحذّر من مخاطر التشتت - «لا تلتفت» - وشدّد على قيمة تفسير النتائج ضمن سياق أوسع.

كان التدريب تحت إشرافه تدريبًا مكثفًا. فقد قال يومًا لطالب في سنة التخرج: «هذا العام هو دورك، يا ولدي، أن تجلس في حوض حمض النيتريك». وكانت عروض الرسائل العلمية في قاعة كاسباري الأسطورية في جامعة روكفلر تسبقها أسابيع من التمحيص المباشر من قبله. وهي تجارب قيّمة لبناء مهنة البحث، حتى أصبحت ملهِمة للجيل القادم.

بوفاة إيدلمان، تبقى مهمة اختبار نظريته حول وظيفة الدماغ القائم على الاختيار. وكما هو الوضع في نظرية تطور الأنواع لداروين، والاستجابة المناعية التكيُّفية، اقتُرِحت النظرية قبل أن يفهم أي شخص الآليات الخلوية والجزيئية الكامنة تحتها، وقبل وجود الأدوات التحليلية المناسبة. وقد حدثت بعض التطورات المدهشة في السنوات الخمس الماضية في مجال استخدام الأدوات الوراثية والجزيئية لوصف نشاط التشابكات العصبية، التي مَكَّنَت من تقييم كَمٍّ كبير من مجموعات الخلايا في الأنسجة الفاعلة في المخ في الوقت الفعلي لحدوث النشاط. ومن ثم، يمكن للمرء أن يبدأ في تصوُّر خط البحث الذي يمكن أن يعالج التحدي الذي طرح عمل إيدِلْمان الاستفزازي على علم الأعصاب. ■

يورَس روتِسهاوْزَر يعمل في معهد سلون كيترنج Sloan Kettering Institute في مركز سلون كيترنج التذكاري للسرطان في نيويورك. وقد كان طالبًا، ثم زميلًا في مختبر جيرالد إيدلمان في جامعة روكفلر في نيويورك 1967-1983.

البريد الإلكتروني: rutishauser@mskcc.org

أبحـــاث

أنبـاء وآراء

علم المواد شكل جديد من الماس، ذو بنية نانوية، مصنوع من سلف الكربون الشبيه بالبصل **ص. 59**

فيزياء الكَمّ الاستشعار الكَميّ لقياس التفاعل المغناطيسي بين إلكترونين مرتبطين بأيُونَيْن منفصلين **ص. 60**

علم المناعة دراسة التفاعلات بين الجزيئات المنظِّمة للمناعة؛ لتفسير نتائج حالات عدوى السلّ **ص. 62**

الصحة السكانية

عدم نضج المجتمعات الميكروبية المعوية

يتراجع الأطفال ناقصو التغذية، لا من ناحية النمو فحسب، بل من ناحية نضوج المجتمعات البكتيرية المعوية أيضًا، وذلك استنادًا إلى دراسة تقارِن بين أطفال بنجلاديش سيِّئي التغذية، وأطفالها الأصحاء.

إليزابيث كوستيللو، وديفيد ريلمَن

يعتمد التقييم الفعّال لنموّ الطفل على معرفة العمليات الأساسية، والمعايير المناسبة، والقياسات الدقيقة. تشكّل هذه العناصر إطار عمل مقارن يمكن في نطاقه رسم المسارات ووضع مؤشرات لمعالم النمو، مما يوفّر "معلومات صالحة للتدخل" عن الصحة والمرض لدى الأفراد والمجتمعات. يرسم سُبرَمَنيان وزملاؤه[1] نهجًا مختلفًا – نهجًا تشكل الميكروبات أهم معالمه - للأطفال الصغار الذين يعيشون في الأحياء الفقيرة في المناطق الحضرية من مقاطعة ميربور في دكا، عاصمة بنجلاديش، والذين يعاني الكثيرون منهم من نقص التغذية (الشكل 1). وقد وجد المؤلفون أدلّة على التأخر في تطوّر المجتمعات البكتيرية في أمعاء الأطفال الذين يعانون من سوء التغذية الحاد مقارنة بالأطفال الأصحاء، وأن هذه التأخيرات تتحسّن بشكل عابر فقط عند اتباع العلاج المُعتاد. قد يساعد النهج الذي يتبعه الفريق لتصنيف وتتبع المجالات الحيوية الدقيقة بالأمعاء، في تحسين تقييم صحة ونمو الأطفال، وتحسين الاستراتيجيات العلاجية.

إنّ تعثُّر النمو في مرحلة الطفولة المبكرة هو السمة المميزة لنقص التغذية، وهي حالة منتشرة في العالم النامي تنجم عن عدم كفاية الكميات المتناولة من العناصر المغذية، ونقص امتصاصها أو تمثّلها. يحدث نقص التغذية عن قلة الأطعمة وفقرها بالعناصر المغذية، والمياه الرديئة، وظروف المعيشة غير الصحية، كما تسهم النوبات المتكررة من حالات العدوى المعوية في تفاقم المشكلة وإدامتها[2]. ويمكن للموضوع أن يتفاقم ويستديم في حالتَين، لدى الأفراد عندما يعزز تلف الأمعاء النمو السيء والقابلية للإصابة بحالات العدوى، وعبر الأجيال عندما يكون نقص التغذية لدى الأمهات سببًا لحدوث نقص التغذية لدى الأطفال. مع مرور الوقت، يمكن لهذه الدورات أن تُحدِث خللًا في التعلم، وتؤدي تباعًا إلى الحدّ من الإنتاجية واستمرار الفقر. إنّ نقص التغذية لدى الأم والطفل كان عاملًا في 3.1 مليون حالة (45% من المجمل) وفاة بين الأطفال دون الخمس سنوات من العمر في عام 2011[3]، أما الأطفال الأصغر من سنتين، فهم معرّضون بشكل خاص لنقص التغذية (والعدوى)، ولكنهم في الوقت ذاته أكثر استجابة للعلاج[4].



الشكل 1| أطفال من منطقة ميربور الفقيرة في دكا، بنجلاديش.

MD. SOHAG SARKER & BIJOYA SARKER

في مرحلة الطفولة المبكرة، تتشكل المجتمعات الميكروبية المعوية نتيجة للوصول المتتابع لأصناف جديدة من مصادر خارجية وزوال الأصناف الموجودة بالفعل، ويرجع هذا في جزء منه إلى التجاوب مع الأحداث المرتبطة بالسنّ كالفطام. ويحدث التقدم نحو الحالة "الناضجة" كما عند البالغين على مدى السنتين أو الثلاث الأولى من حياة الطفل. تسرّع هذه الأحداث التالية للولادة النضوج النهائي للبِنَى المعويّة، وتنشّط الاستجابات المناعية، وتؤمّن المقاومة تجاه غزو العوامل الممرضة؛ في حين يرتبط التجمّع الميكروبي غير السويّ أو المتأخر بتغيّر الأيض والوظائف المناعية. وهكذا، نظرًا إلى تأثيرها وتأثرها بعوامل مماثلة، نجد ترابطًا وثيقًا بين نقص التغذية وتطور المجالات الحيوية المعوية (Gut microbiota). إنّ حلّ لغز هاتَين المسألتين، وتحديد دور المضيف، وتحديد العوامل البيئية، هي أهداف صعبة، ولكنها ضرورية[4].

لا شكّ أن المؤشّرات البشرية - القياسات الفيزيائية، كالوزن بالنسبة للطول، التي تُسَجّل نسبةً إلى عدد سكان مرجعي – تعتبر أدواتٍ لا غنى عنها في تقييم وعلاج نقص التغذية. ليس غريبًا عدم توفر معايير دولية للتنمية مماثلة لنمو المجالات الحيوية المعوية حتى الآن: فقد تمت متابعة عدد قليل من الأفراد بالتفصيل ضمن الإطار الزمني المطلوب، ويبدو أيضًا أن تكوين المجالات الحيوية المعوية في مرحلة الطفولة المبكرة يختلف عبر المجموعات السكانية المختلفة[5،6]. في هذا السياق، عمد سُبرَمَنيان وزملاؤه إلى فحص أطفال أصحاء وآخرين يعانون من سوء التغذية من المنطقة الحضرية نفسها، في محاولة للتقليل – ظاهريًّا – من الفروق الوراثية والبيئية بين المجموعتين.

لاستنباط نموذج لتطور المجالات الحيوية المعوية لدى الأطفال في بنجلاديش، جمع الباحثون عينات براز من 50 طفلاً جيِّدي التغذية شهريًّا على مدى أول سنتين

من عمرهم. بعد ذلك، أجروا فحصًا للمجتمعات البكتيرية في هذه العينات عن طريق تسلسل جينات الحمض النووي الريبي الريبوزومية 16S، التي تُستخدم في تحديد وتعداد الأصناف البكتيرية. تباعًا، تم تقييم وترتيب الأصناف الموجودة لدى 12 طفلًا وفقًا لقدرتها على التمييز بين أعمار مختلفة للمضيف. ووجد الباحثون أن الأصناف الأربعة والعشرين الأكثر تمييزًا من ناحية العمر، يمكنها التنبؤ بأعمار الأطفال الأصحاء الثمانية والثلاثين المتبقين، استنادًا إلى تكوين المجالات الحيوية المعوية لديهم.

وتماشيًا مع تقاليد المؤشرات البشرية، حدّد الباحثون مؤشرَيْن لنضوج المجالات الحيوية المعوية: نضجها النسبي، ومقارنته بالمعدّل الطبيعي للمجالات الحيوية بالنسبة لعُمر معيّن (MAZ). والخلاصة بشكل عام هي: إذا كان النموذج يصنّف المجالات الحيوية المعوية لديك كتلك الموجودة لدى طفل عمره ستة أشهر، في حين أن عمرك الحقيقي هو 18 شهرًا، عندها من المرجح أن تكون المجالات الحيوية لديك "غير ناضجة"، إذ يبدو تكوينها "أصغر سنًّا" منه لدى معظم الأشخاص الأصحاء من نفس عمرك (رغم أنها قد تكون مختلفة في نواح أخرى أيضًا). عند تطبيق هذه المؤشرات على مجموعة من جيدّي التغذية، وجد الباحثون أن نضج المجالات الحيوية انخفض أثناء نوبات الإسهال، وارتفع مع تناول تركيبات الرضّع الغذائية، وبقي دون تغيير عند استخدام جديد للمضادات الحيوية، وكان مترابطًا بين أفراد الأسرة الواحدة.

بعد ذلك طَبَّق سُبرامَنيان وزملاؤه مؤشراتهم لنضج المجالات الحيوية على 64 طفلًا تتراوح أعمارهم بين 6 و20 شهرًا في بداية الدراسة، كانت قد أُخذت عينات منهم أثناء وبعد علاجهم كمرضى بالمستشفيات من سوء التغذية الحاد. وكان الأطفال يشاركون في تجربة عشوائية تقارن بين نوعين من الأغذية العلاجية، بالاشتراك مع علاج مُكمِّل يتضمن المضادات الحيوية. ومقارنةً بالأطفال الأصحاء، أظهر الأطفال المصابون بسوء التغذية عدم نضج واضح في المجالات الحيوية أثناء فترة العلاج، بغضّ النظر عن المجموعة العلاجية. الجدير بالملاحظة أن درجة نضج المجالات الحيوية لدى الأطفال قد تحسّنت بشكل واضح في الشهرين الثاني والثالث التاليين للعلاج؛ إلا أنه بعد هذه الفترة، تراجع الكثير من هذا النضج المعوَّض. عكست هذه النماذج نتائج المؤشرات البشرية لهذه الدراسة: فرغم اكتسابهم للوزن في بادئ الأمر، إلا أن الأطفال في المجموعتين ظلّوا شديدي نقص الوزن، مقارنةً بالأطفال الأصحاء في نهاية فترة المتابعة. تدعم هذه النتائج أيضًا الدراسات السابقة عن نقص التغذية في نماذج الفئران المؤنسنة[7].

من المعروف أنه يصعُب إصلاح النظم البيئية المتدهورة، وكثيرًا ما تركّز جهود كهذه على استعادة الظروف البيئية (بما يشبه التدخل الغذائي في دراسة سُبرمَنيان وزملائه)، والقضاء على الأنواع غير المرغوب فيها (بما يشبه العلاج بالمضادات الحيوية)، ثم انتظار عمليات التجميع لتلعب دورها بشكل "طبيعي" لاستعادة المجتمع المنشود[8]. ولكن المجتمعات المتدهورة قد تكون طيّعة أو مقاومة للتغيير[8،9]، ورغم إمكانية استعادة صحة المضيف، إلا أنه لا يمكن استعادة شبابه. قد يعتمد تكوين المجتمعات الناضجة على توقيت وترتيب الأنواع المُدخَلة (وتلك المنقرضة) في وقت سابق[10]، وقد يكون من الصعب إعادة تشكيلها (عن طريق استخدام البروبيوتيك، على سبيل المثال). لذا.. من المرجَّح أن يكون قرش للوقاية خيرًا من دينار للعلاج، وكما هو الحال مع أشكال تأخُّر التطور الأخرى، ربما يكون التدخل المبكر فارقًا.

قد يكون النهج الذي قدمه سُبرمَنيان وزملاؤه صالحًا للاستخدام لتطوير المعايير في جميع أنحاء العالم، ثم لمراقبة المستعمرات المعوية أثناء الطفولة المبكرة، كنظام للإنذار المبكر عن المجالات الحيوية الواقعة "خارج المسار" (وربما يكون هناك العديد من هذه المسارات نحو الصحة). سيساعد التحليل المفصّل لنضوج المجالات الحيوية لدى المجموعات جيدة التغذية على إكمال هذا العمل، وسيتيح المزيد من تقسيم بعض المجالات الحيوية المعوية الشائعة التي لم يكن ممكنًا تجنُّب وضعها مكررة ضمن الدراسة الحالية. لقد أصبح جليًّا لنا أن معرفة المزايا المرتبطة بالصحة لتجمّع المجالات الحيوية، وفهْم إمكانية وكيفية استعادة المجتمعات الصحية بعد اختلالها، هي متطلّبات أساسية لوضع خرائط للنمو البشري في المستقبل. ■

إليزابيث كيه. كوستيللو، و**ديفيد إيه. ريلمَن** من قسمي الطب والأحياء الدقيقة وعلم المناعة بجامعة ستانفورد، ستانفورد، كاليفورنيا 5124-94305، الولايات المتحدة الأمريكية، وفي شؤون المحاربين القدامى في نظام الرعاية الصحية في بالو ألتو، بالو ألتو، كاليفورنيا.
البريد الإلكتروني: costelle@stanford.edu; relman@stanford.edu

1. Subramanian, S. *et al. Nature* **510,** 417–421 (2014).
2. Mondal, D. *et al. Clin. Infect. Dis.* **54,** 185–192 (2012).
3. Black, R. E. *et al. Lancet* **382,** 427–451 (2013).
4. Gordon, J. I., Dewey, K. G., Mills, D. A. & Medzhitov, R. M. *Sci. Transl. Med.* **4,** 137ps12 (2012).
5. De Filippo, C. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **107,** 14691–14696 (2010).
6. Yatsunenko, T. *et al. Nature* **486,** 222–227 (2012).
7. Smith, M. I. *et al. Science* **339,** 548–554 (2013).
8. Suding, K. N., Gross, K. L. & Houseman, G. R. *Trends Ecol. Evol.* **19,** 46–53 (2004).
9. Costello, E. K., Stagaman, K., Dethlefsen, L., Bohannan, B. J. M. & Relman, D. A. *Science* **336,** 1255–1262 (2012).
10. Fukami, T. in *Community Ecology: Processes, Models, and Applications* (eds Verhoef, H. A. & Morin, P. J.) 45–54 (Oxford Univ. Press, 2009).

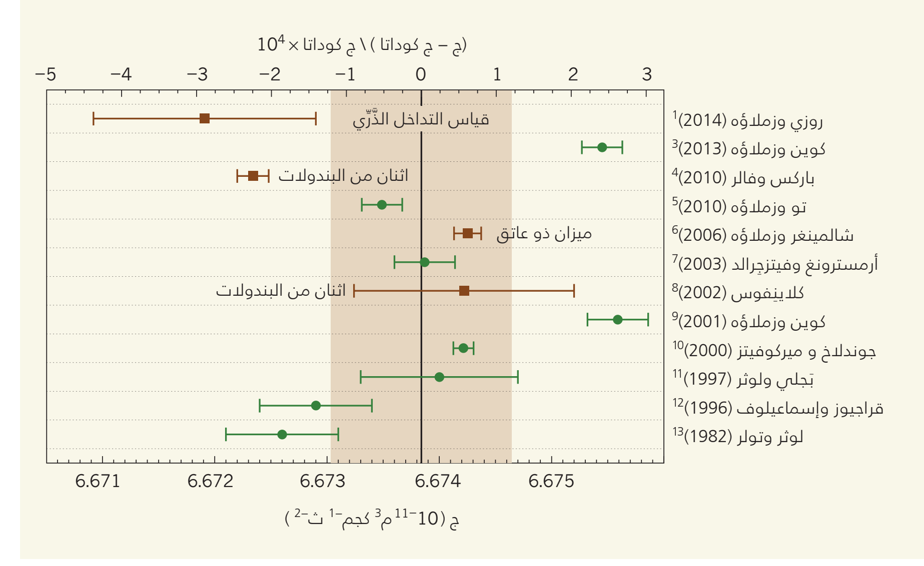
ثوابت أساسية

طريقة مبتكرة لقياس ثابت ج

النتائج المنشورة من قبل عن قيمة ثابت الجاذبية، وهو مقياس لقوة الجاذبية، فشلت في الاتفاق. ويوفِّر نهجٌ يستخدم الذرات الباردة نقطة بيانات جديدة في السعي نحو تحديد هذا الثابت الأساسي.

ستيفان شالمينجر

في حياتنا اليومية، يمكننا أن نرى تأثير قوة الجاذبية بين الأرض وأي شيء.. تفاحة مثلًا. ومع ذلك.. فإن التجاذب بين تفاحتين لا يمكن ملاحظته دون استخدام جهاز حساس مثل الميزان الالتوائي، وذلك لأنه صغير جدًّا. في العدد الصادر في الأسبوع الأخير من شهر يونيو الماضي من الطبعة الدولية لدورية *Nature*، قام روزي وزملاؤه[1] بوصف لقياس مذهل: قوة الجاذبية بين ذرة روبيديوم وكتلة مقدارها 516 كيلوجرامًا، مع عدم يقين نسبي يبلغ 0.015% فقط. كان الهدف من تجربتهم هو التحديد الدقيق لثابت الجاذبية، والذي يصف قوة شد الجاذبية التي تمارسها الأجسام على



الشكل 1 | الصورة الكبيرة لـ"ج". هذه نتائج منشورة لقياسات ثابت الجاذبية، ج، على مدى السنوات الـ32 الماضية. الدوائر دلالة على القياسات التي تستخدم موازين الالتواء، بينما تُظهِر المربعات الثلاثة السفلي النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام ميزان ذي عاتق أو اثنين من البندولات. المربع الأعلى هو النتيجة التي حصل عليها روزي وزملاؤه[1] باستخدام تقنية التداخل الذري. المنطقة المظلَّلة تدل على فاصل الثقة، لانحراف معياري واحد، للقيمة من تصنيف 2010 كوداتا (النظام القياسي العالمي) CODATA للثوابت الفيزيائية[18].

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بعضها البعض، والتجربة تقوم على تقنية التداخل الذري – وهو الأسلوب الذي يستفيد من الطبيعة الموجية للذرات الباردة لقياس تسارع الجاذبية بشكل دقيق.

في مقياس التداخل الذري الذي وصفه روزي وزملاؤه، فإن سحابة من ذرات الروبيديوم في درجة حرارة قريبة من الصفر المطلق تُقذف رأسيًّا على نحو متكرر. لِفَهْم كيفية سقوط هذه السحابة سقوطًا حرًّا في مسابر الجاذبية، هناك حاجة إلى ميكانيكا الكّم. للتبسيط، لنعتبر أن الذرات في السحابة يمكن أن تكون في حالتين ذريتين مختلفتين، أ و ب. في البداية، كل الذرات تكون في الحالة أ. من خلال تعريض الذرة إلى نبضة ضوء ذات شكل مناسب، يمكن للذرة الانتقال من أ إلى ب بنسبة احتمال معينة، دعنا نقول 50%. أثناء عدم رصد الذرة، ستكون في كلا الحالتين في وقت واحد (50% في أ و 50% في ب)، وهو مفهوم يعرف باسم التراكب الموجي. بالإضافة إلى إحداث الانتقال من أ إلى ب، فإن نبضة الضوء تنقل الزخم الرأسي، بحيث تكون للحالة ب سرعة عمودية أكبر من الحالة أ.

الكسر النسبي للحالتين المختلفتين في هذا التراكب يتغير مع الزمن، ومعدل تغيره يعتمد على الفرق بين نواتج ضرب الزخم والمسافة العمودية المقطوعة لكل حالة. ونظرًا إلى زخمها الأكبر، فإن الحالة ب تنتقل مسافة أعلى من الحالة أ في وجود عجلة الجاذبية المحلية، ج (g)ـ، الناجمة في معظمها عن طريق الأرض وأي كتل في محيط السحابة. وبالتالي، فإن معدل التغير هو دالة في ج. بعد أن تنخفض السحابة الذرية، على مقربة من نقطة الإطلاق، يتم قياس نسبة عدد الذرات في الحالة أ إلى الحالة ب، والتي يمكن منها حساب[2] قيمة جـ.

ولقياس ثابت الجاذبية ج (*G*)، فإننا نحتاج إلى كتلة خارجية، يشار إليها باسم كتلة المجال. ولفهم مبدأ التجربة سنفترض افتراضين لنبسّط المسألة: أولًا سنفترض أن كتلة المجال هي نقطة كتلتها ك (M)، وأن مقياس التداخل الذري يقيس جـ عند نقطة ثابتة واحدة. بينما في الواقع، مقياس التداخل الذري قد قاس على طول مسار المقذوف في وجود كتل مجال أسطوانية. في هذه الحالة، فإن الفكرة هي نفسها، على الرغم من أن الرياضيات أكثر تعقيدًا. يتم تعيين موقع كتلة النقطة (المفترضة) أولًا على بُعد مسافة ع (z) أعلى مقياس التداخل ومن ثم يكون قياس العجله جـ أعلى= –جـ + ج (ك\ع2). ويتم نقل كتلة النقطة لمسافة ع تحت مقياس التداخل وبذلك نحصل على جـ أدنى = – جـ – ج (ك\ع2). طالما أن جـ لا تزال هي نفسها بين القياسين، إذن ج يمكن الحصول عليها من الفرق بين القياسات، ج = (جـ أعلى ــ جـ أدنى) ع2\(2ك). ولكن لسوء الحظ، جـ تتغير مع الزمن، نظرًا إلى تسارع المد والجزر الذي يسببه الشمس والقمر، وتباينات ضغط الهواء، وحركة الكتل في محيط التجربة.

لحل هذه المشكلة، قام روزي وزملاؤه بقياس جـ أعلى و جـ أدنى في وقت واحد عن طريق تجميع مقياسيّ تداخل ذري فوق بعضهما البعض. وبالتالي تم استخدم اثنين من كتل المجال بحيث كانا في البداية بين مقياسي التداخل. الفرق بين قياس جـ أعلى و جـ أدنى (الإشارة) هو في معظمه مستقل عن الاختلاف الزمني لجـ، ولكنه يعتمد على الاختلاف المكاني، وذلك لأن القياسات أُخِذت في مواقع مختلفة. بعد ذلك، تم نقل كتل المجال بحيث كانت واحدة فوق مقياس التداخل الأعلى والأخرى تحت مقياس التداخل الأدنى، ثم تكرر أخذ القياسات. الفرق بين الإشارات في التدبير الأخير لتجربة هيئة مجال–الكتلة والتدبير الذي يسبقه، مستقل عن التباين المكاني لجـ، ومن ثم تم الحصول على قيمة ج عن طريق حساب متوسط حوالي 100 من فروقات هذه الإشارة. والنتيجة هي ج = (6.67191 ± 0.00099)× 10 $^{-11}$ متر مكعب لكل كيلوجرام لكل ثانية مربعة، وعدم التيقن النسبي للقياس هو 0.055%.

إنّ التجربة مثيرة، لأنها تستخدم أدوات حديثة لحل مشكلة قديمة. واستخدام الذرات لاستشعار الجاذبية بدلًا من الأجهزة الميكانيكية التقليدية، مثل موازين الالتواء، له العديد من المزايا. فعلى سبيل المثال.. الذرة لا تتطلب اتصال فعلي مع المختبر، وبالتالي تصبح غير متأثرة بالقوى الشاردة التي يدخلها مثل هذا الاتصال على القياس.

قد يعتقد المرء أن موازين الالتواء هي أدوات أفضل بكثير لتحديد ج بالضبط من الأجهزة الأخرى. موازين الالتواء هي أبسط في التصميم وتقيس في اتجاه عمودي على جـ، ومن ثم تتجنب الآثار المنهجية الناجمة عن الاختلافات الزمنية لجـ. ومع ذلك.. فالقياسات التي أجريت على مدى القرنين الماضيين، وكان معظمها باستخدام موازين الالتواء، فشلت في أن تتلاقى على قيمة جديرة بالثقة لج. ويبين الشكل 1 النتائج التي تم الحصول عليها في العقود الثلاثة الماضية. من الـ11 نتيجة[3–13] المبينة في الشكل، يوجد ثلاثة فقط تم قياسها بأجهزة أخرى غير ميزان الالتواء. تم إجراء قياس واحد مع ميزان ذي عاتق، وهو الجهاز الذي يُستخدم عادة لقياس الكتلة، وقياسان تمّا باستخدام أزواج من البندول. الفرق النسبي بين أكبر وأصغر رقم هو 0.055% – أو حوالي 40 مرة طول أشرطة الخطأ في التجربة مع أصغر قيمة لعدم اليقين.

ويبدو أن القياسات المختلفة لج لا تتلاقى على قيمة معينة؛ بل إن التباعد يزداد سوءًا مع كل مجموعة بيانات إضافية. هذا حقًّا شيء محير حيث أن ج تُعَد من الثوابت الأساسية للطبيعة. ورغم أننا لا يمكن أن نستبعد بشكل مؤكد القيم المتباعدة التي تم الحصول عليها بسبب الخصائص غير المكتشفة حتى الآن عن الجاذبية، تبدو هذه الفرضية غير مرجحة، لأنه يتم استبعاد التعديلات الأكثر قبولًا لنظريتنا عن الجاذبية عن طريق اختبارات تجريبية أخرى. إن الحصول على المزيد من نقاط البيانات من التجارب المعزولة لم يكن أفضل استراتيجية لتحسين الوضع. وبدلًا من ذلك.. فقد اقُترح تشكيل فريق دولي[14] لتنسيق هذه التجارب الملحّة.

تحت رعاية مثل هذا الاتحاد، يمكن لجهاز واحد أو أكثر أن يتم إرسالهم إلى المؤسسات المختلفة لقياس ج، ومن ثم يمكن مقارنة النتائج وقيَم عدم اليقين المختلفة. مثل هذا الإجراء سيوفر نظرة ثاقبة لسوء تقديرنا لقيَم عدم اليقين، والميل إلى التغاضي عن التحيز في التجربة، و"العُزلة الفكرية"[15]، وهو ميل الباحث المختبري لوقف البحث عن الآثار المنهجية بمجرد توافق القياس مع نتائج منشورة سابقًا. بواسطة تعزيز فهمنا لتلك المصادر الثلاثة للخطأ البشري، والتي يمكن أن تكون مسؤولة عن التباعد المبيَّن في الشكل 1، يمكن الحصول على قيمة أكثر مصداقية لج.

إنّ تجربة روزي وزملاؤه توفر نقطة بيانات مهمة في سعينا لقياس ج (المرجع 16). والتجربة مختلفة إلى حد كبير عن جميع القياسات الأخرى، وحجم عدم اليقين الذي تحقق، وإن كان لا يزال كبيرًا نوعًا ما، يقترب من تلك القيَم التي تم الحصول عليها باستخدام موازين الالتواء. وعلى مدى السنوات الست الماضية، استطاع هذا الفريق خفض عدم اليقين في تجربته 10 مرات، مقارنةً بالنتيجة الأولية التي نُشرت عام 2008 (المرجع 17). ابقوا متابعين لنا، حيث إنهم مستمرون في دفع هذه التقنية لقِيَم عدم يقين أقل. ■

ستيفان شالمينجر يعمل في المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا، جايثرسبيرج، ميريلاند 20899، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: stephan.schlamminger@nist.gov

1. Rosi, G., Sorrentino, F., Cacciapuoti, L., Prevedelli, M. & Tino, G. M. *Nature* **510,** 518–521 (2014).
2. Kasevich, M. & Chu, S. *Phys. Rev. Lett.* **67,** 181–184 (1991).
3. Quinn, T., Parks, H., Speake, C. & Davis, R. *Phys. Rev. Lett.* **111,** 101102 (2013).
4. Parks, H. V. & Faller, J. E. *Phys. Rev. Lett.* **105,** 110801 (2010).
5. Tu, L.-C. *et al. Phys. Rev. D* **82,** 022001 (2010).
6. Schlamminger, S. *et al. Phys. Rev. D* **74,** 082001 (2006).
7. Armstrong, T. R. & Fitzgerald, M. P. *Phys. Rev. Lett.* **91,** 201101 (2003).
8. Kleinevoss, U. PhD thesis, Univ. Wuppertal (2002).
9. Quinn, T. J., Speake, C. C., Richman, S. J., Davis, R. S. & Picard, A. *Phys. Rev. Lett.* **87,** 111101 (2001).
10. Gundlach, J. H. & Merkowitz, S. M. *Phys. Rev. Lett.* **85,** 2869–2872 (2000).
11. Bagley, C. H. & Luther, G. G. *Phys. Rev. Lett.* **78,** 3047–3050 (1997).
12. Karagioz, O. V. & Izmailov, V. P. *Izmer. Tekh.* **10,** 3–9 (1996).
13. Luther, G. G. & Towler, W. R. *Phys. Rev. Lett.* **48,** 121–123 (1982).
14. http://pml.nist.gov/bigg
15. Branscomb, L. M. *Am. Sci.* **73,** 421–423 (1985).
16. Quinn, T. *Nature* **505,** 455 (2014).
17. Lamporesi, G. *et al. Phys. Rev. Lett.* **100,** 050801 (2008).
18. Mohr, P. J., Taylor, B. N. & Newell, D. B. *Rev. Mod. Phys.* **84,** 1527–1605 (2012).

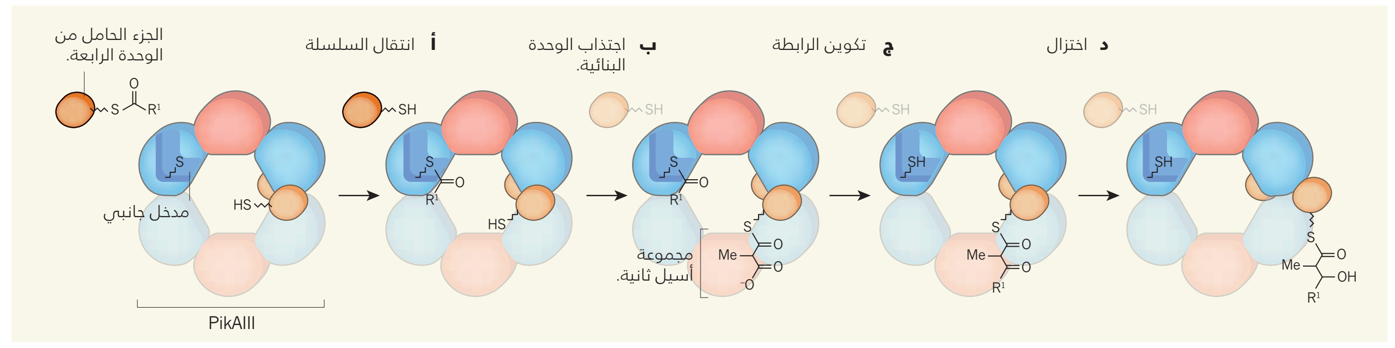
الأحياء البنيوية

تصوير خط تجميع إنزيم

تكون إنزيمات كثيرة "خطوط تجميع" تحوى سلسلة من الوحدات المحفزة. ويقدِّم تصوير الكيفية التي يتغير بها تركيب وحدة ما أثناء عملية التحفيز فكرةً أوضح عن آلية عمل مثل تلك الإنزيمات.

بيتر ليدلاي

تحوي الخلايا الحية عدة آليات جزيئية تقوم بإدارة وتنظيم العمليات الأساسية. يُعد الريبوزوم أحد أشهر تلك الآليات، الذي يقوم ببلمرة الأحماض الأمينية ليكوّن البروتينات. في أوائل تسعينات القرن الماضي، تم اكتشاف[1,2] نوع مختلف تمامًا من خطوط تجميع البلمرة: "عديد إنزيمات البوليكيتيد سينثيز " (PKS)، التي تقوم بتصنيع مركبات البوليكيتيد، بما في ذلك الكثير من المضادات الحيوية المهمة. ومن اللافت للنظر، أن تلك الإنزيمات تستخدم وحدات مختلفة



الشكل 1 | نظرة عن قرب على إنزيم خط التجميع متعدد الوحدات. البروتين PikAIII هو الوحدة الخامسة من ست وحدات تمثل عديد الإنزيم الذي يقوم بتصنيع المضاد الحيوي بيكرومايسين. يحوى هذا البروتين أجزاءً تقوم باجتذاب الركائز (باللون الأحمر)، وحملها (البرتقالي)، وتحفيزها (الأزرق). وجد دوتا وزملاؤه[3] أن PikAIII مثليّ الازدواج وهو يقوم بتحديد حجرة تفاعل داخلية (للتوضيح، فإن وحدة مكونة واحدة ممثلة بالرسم بلون داكن، بينما باقي الوحدات الصغيرة باهتة اللون). يطرح فريق ويتشر[4] تصورًا للكيفية التي تتحرك بها الأجزاء، بينما يحفز PikAIII دورة إطالة السلسلة. **أ،** تُنقل مجموعة أسيل (COR1) من الجزء الحامل في الوحدة الرابعة إلى الوحدة الخامسة من خلال "مدخل جانبي". يمثل الرمز R1 سلسلة تحتوي على خمس وحدات بناء جزيئية. **ب،** يجتذب الجزء الحامل للوحدة الخامسة وحدة أسيل بنائية أخرى. يشير الرمز Me لمجموعة ميثيل. **ج، د،** يتحرك هذا الجزء من البروتين بعد ذلك بين المواقع المحفزة ليسهل تفاعل تكوين الرابطة بين مجموعتي الأسيل واختزال مجموعة الكاربونيل (C=O) إلى مجموعة هيدروكسيل (OH)، وذلك قبل أن يخرج تمامًا من حجرة التفاعل ليمرر السلسلة الممتدة إلى الوحدة السادسة.

من المواقع المحفّزة لكل دورة من دورات تمديد السلسلة الكيميائية. تلقت الجهود الرامية إلى فهم تلك المحفزات المعقدة دفعة قوية من دراستين منشورتين من المجموعة البحثية نفسها، حيث وجد دوتا وزملاؤه[3]، في العدد الصادر في الأسبوع الأخير من شهر يونيو الماضي من دورية *Nature* الدولية، أن التركيب ثلاثي الأبعاد لواحد من بروتينات PKS يحوي وحدة محفزة كاملة، بينما بحث ويتشر وزملاؤه[4]، في نفس العدد المشار إليه، كيف تتحرك أجزاء البروتين المنفردة أثناء دورة الإطالة.

تشير الدلائل[5] الكيميائية الحيوية إلى أن إنزيمات PKS متعددة الوحدات مثلية الازدواج (مكونة من وحدتين متماثلين)، وأن تلك الوحدات المتراصّة جنبًا إلى جنب ملفوفة بإحكام حول بعضها البعض. لذا، فإن وحدة وظيفية تتكون من نسختين من كل نوع من أجزاء البروتين – كما في الإنزيم الحيواني المُصنع للأحماض الدهنية، وهو مركب معقد يستخدم نفس مجموعة الإنزيمات الموجودة في وحدة PKS. في عام 2008، تم الحصول[6] على التركيب البلوري للإنزيم المُصنع للأحماض الدهنية، كاشفًا عن جزيء ذي شكل X حيث العديد من الأجزاء حرة الحركة. قامت دراسة أخرى مستقلة[7] بإعادة بناء التركيب ثلاثي الأبعاد لهذا الإنزيم من صور الميكروسكوب الإلكتروني للجسيمات المنفردة، وأكدت أن الإنزيم المُصنع للأحماض الدهنية مرن على نحو استثنائي، وأن مجموعات الوحدات البروتينية تغير أماكنها كاستجابة للارتباط بالركيزة (المادة التي يعمل عليها الإنزيم)، في إشارة إلى أن وحدات PKS قد تتصرف على هذا النحو أيضًا. لقد قدمت الكثير من الأبحاث الممتازة من قبل تصورًا عن البِنَى البلورية الساكنة لقطع منفردة من إنزيمات PKS باستخدام الأشعة السينية، لكنّ مجموعتي دوتا وويتشر البحثيتين هما أول من قام بتصوير وحدة مثلية الازدواج كاملة بوضوح كافٍ لتكشفا عن التغيرات الديناميكية والبنيوية التي تحدث خلال دورة إطالة السلسلة.

قام الباحثون بدراسة PikAIII، أحد بروتينات PKS الذي يكون الوحدة الخامسة لخط التجميع البكتيري الذي يقوم بتصنيع المضاد الحيوي بيكرومايسين. تبدأ دورة الإطالة في PikAIII حين يستقبل البروتين سلسلة بوليكيتيد غير مكتملة البناء (تحتوى على مجموعة أسيل الكيميائية) من الجزء الحامل للوحدة السابقة له، ويقوم باجتذاب وحدة بناء جديدة (مجموعة أسيل أخرى) إلى الجزء الحامل الخاص به (شكل 1). ترتبط مجموعات الأسيل المعلقة تلك بعد ذلك ببعضها البعض في تفاعل كيميائي يُحفَّز بواسطة جزء الكيتوسنثيز من البروتين، مكونة سلسلة ممتدة تنتهي عند البروتين الحامل ل PikAIII. يحفز جزء آخر من البروتين تفاعل اختزال للسلسلة الممتدة، التي تُسلَّم في النهاية إلى الوحدة التالية.

استخدم دوتا وزملاؤه تقنية الميكروسكوب الإلكتروني المبرَّد (cryo-EM) ليحصلوا على نماذج من التركيب ثلاثي الأبعاد للبروتين PikAIII بدقة تراوح من 7 إلى 10 أنجستروم. لم يكن ذلك كافيًا للحصول على صور للذرات المنفردة، ولكن عن طريق مطابقة تراكيب بلورية معروفة لوحدات بروتينية منفردة في أماكنها، تمكن الباحثون من تصوير الوحدة بكاملها. وجد الباحثون أن الوحدات المكونة للتركيب كانت متراصة بالفعل جنبًا إلى جنب، كما كان متوقعًا5. تطوق تلك الوحدات حجرة مفرغة داخلية حيث تتواجه المواقع النشطة لكل الأجزاء. ويختلف هذا الترتيب عن نظيره في الإنزيم سينثيز المُصنع للأحماض الدهنية، وعن ذلك المُقترَح حديثًا لإنزيمات PKSs على أساس التجارب التي أجريت باستخدام تقنية تفريق الأشعة السينية منخفضة الدقة[8]، ولكنه يساعد في شرح كيفية تحكُّم إنزيمات PKS في تسلسل الأحداث. لاحظ الباحثون أيضًا أن البروتينات الحاملة حرة الحركة والقادرة على الانفصال عن بعضها البعض لتعطي للجزيء شكل "حدوة" الحصان.

بعد ذلك، قام دوتا وزملاؤه ببناء نموذج يتعلق فيه البروتين PikAIII بالبروتين الحامل للوحدة السابقة له، حيث يحمل البروتين الحامل مجموعة بوليكيتيد أسيل مصنعة. كشفت صور المجهر الإلكتروني المبرّد أن قناتين مختلفتين توفرّان مدخلًا للموقع المحفز من الجزء كيتوسينثيز المكون للروابط. تقوم مجموعة الأسيل المسلمة خارجيًّا بالدخول عبر "مدخل جانبي"، بينما يقوم البروتين الحامل لل ـ PikAIII بتوفير وحدة البناء الجديدة اللازمة لتكوين الرابطة من خلال فتحة في الحجرة الداخلية (شكل 1).

استخدمت مجموعة ويتشر تقنية الميكروسكوب الإلكتروني المبرد لدراسة عينات من البروتين PikAIII، حيث ترتبط مجموعة أسيل المُركَّبة مباشرة إما بالجزء كيتوسنثيز أو بالبروتين الحامل لـ PikAII، لتحاكي المركبات الوسيطة في دورة الإطالة. في كل حالة من هاتين الحالتين، لوحظت تغيرات فارقة في مكان البروتين الحامل والأجزاء الأخرى مقارنة بنموذج دوتا وزملاؤه للبروتين PikAIII غير المرتبط بمجموعة أسيل. وبالتالي، يبدو أن الأجزاء المحفزة تقوم بالتعرف على سلسلة الأسيل بصورة محددة، مما يساعد على تفسير سبب إنتاج بروتينات PKS الموجودة بصورة طبيعية دفعة واحدة. تم الوصول إلى استنتاج مشابه خاص بالإنزيم سنثيز المُصَنِّع للأحماض الدهنية9 في دراسة حديثة استخدمت مجسات كيميائية تقوم بحصر الأجزاء الحاملة وهي ترسو على الأجزاء المحفزة. سيساعد الفهم الأعمق لتلك الناحية من انتقائية البروتين PKS علماء الأحياء البنيوية على إعادة تصميم إنزيمات التصنيع سينثيز لخطوط التجميع تلك، لتحضير بدائل مفيدة للمضادات الحيوية الموجودة بصورة طبيعية.

يبقى هناك تساؤل أساسي، لم تجب عليه بعد الدراسات البنيوية على هذا المستوى من الدقة، وهو ما إذا كانت هناك آلية ما توجه بصورة نشطة البروتين الحامل بما يحمله إلى شريك التفاعل "الصحيح" التالي، أو ما إذا كانت تلك المركبات ببساطة تجد طريقها عن طريق الانتشار خلال الحجرة. من غير الواضح أيضًا ما إذا كان البروتين الحامل بحمولته قادرًا على الوصول والارتباط بأي موقع نشط على أي وحدة مكونة، أم أنه محدد بمجموعة صغيرة معينة. كذلك، ما الذي يمنع السلسلة الممتدة من المرور قبل أوانها إلى الوحدة التالية قبل وقوع كل العمليات المبرمجة في الوحدة الخامسة؟ ستتطلب الإجابة على تلك التساؤلات دراسات وراثية، وكيميائية وفيزيائية حيوية أكثر. ومع ذلك.. بإثبات أن الوحدة الكاملة تساوي أكثر بكثير من مجموع أجزائها، تقدّم تلك الدراسة الأنيقة دافعًا جديدًا لبحثنا عن إجابات. ■

يعمل بيتر إف. ليدلاي بقسم الكيمياء الحيوية، جامعة كمبريدج، كمبريدج CB2 1GA، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: leadlay@mole.bio.cam.ac.uk

1. Cortés, J., Haydock, S. F., Roberts, G. A., Bevitt, D. J. & Leadlay, P. F. *Nature* **348,** 176–178 (1990).
2. Donadio, S., Staver, M. J., McAlpine, J. B., Swanson, S. J. & Katz, L. *Science* **252,** 675–679 (1991).
3. Dutta, S. *et al. Nature* **510,** 512–517 (2014).
4. Whicher, J. R. *et al. Nature* **510,** 560–564 (2014).
5. Staunton, J. *et al. Nature Struct. Mol. Biol.* **3,** 188–192 (1996).
6. Maier, T., Leibundgut, M. & Ban, N. *Science* **321,** 1315–1322 (2008).
7. Brignole, E. J., Smith, S. & Asturias, F. J. *Nature Struct. Mol. Biol.* **16,** 190–197 (2009).
8. Edwards, A. L., Matsui, T., Weiss, T. M. & Khosla, C. *J. Mol. Biol.* **426,** 2229–2245 (2014).
9. Nguyen, C. *et al. Nature* **505,** 427–431 (2014).

علم المواد

الماس أكثر صلابةً

المواد المركّبة التي تتضمن الماس هي من بين الأكثر صلابة في العالم، لكنها تفشل تحت الظروف القاسية. هناك شكل جديد من الماس، ذو بنية نانوية، مصنوع من سلف الكربون الشبيه بالبصل، قد يتغلب على هذه المشكلة.

جيمس بولاند

الماس مادة شهيرة وقوية ذات صفات استثنائية، كمقاومتها الهائلة للتآكل وصلابتها. لهذا السبب.. فمنذ فترة طويلة يُستخدم الماس في أدوات القَطْع والحَفْر، لكن ضعف استقراره الحراري حدّ من تطبيقاته. في العدد الصادر في الثاني عشر من يونيو 1 الماضي من دورية *Nature* الدولية، أورد هوانج وزملاؤه طريقة لتخليق توأم نانوي (nanotwinned) للماس، حيث تتشارك بلورات نانومترية بعض نقاط الشبكة البلورية، وقد وجد الباحثون أن المادة الجديدة الناتجة أكثر صلابة وذات استقرار حراري أعلى من الماس الموجود في الطبيعة.

لعل المصريين القدماء هم أول من استخدم الماس في الأدوات، رغم عدم وجود دليل كافٍ على ذلك. حفر الصخور بالماس يرجع تاريخه بشكل أكثر توثيقًا للقرن الثامن عشر[2]. أدت الحاجة إلى أنصال حفر عالية الصلابة والمقاومة للتطبيقات الصناعية في الحفر والتنقيب عن البترول في الثمانينيات، إلى تطوير نوع جديد من المواد فائقة الصلابة تتكون من حبيبات ماس مترابطة مع كوبالت معدني. العيب الأساسي لهذه المواد هو أن الكوبالت يحفز تكسير الماس إلى جرافيت في درجات الحرارة الأعلى من 700 درجة مئوية. في تلك الفترة نفسها تقريبًا[3] تم تطوير مركّب ماس، حيث تم استبدال الكوبالت بمادة سيراميكية هي كربيد السيليكون، وتبين أنها مستقرة تحت الظروف القاسية والكاشطة أثناء قَطع الصخور، ولدرجات حرارة تزيد عن 1200 درجة مئوية. ومع ذلك، فإن هذه المادة المركّبة من الماس والمستقرة حراريًّا لم يتم اعتمادها حتى الآن على نطاق واسع كعنصر قَطع في أدوات التعدين والتنقيب والصناعات التحويلية، وذلك لأسباب تتعلق بالتكلفة.

العيب الأساسي في المواد المركّبة القائمة على الماس هو انخفاض مقاومة الكسر بها (مقياس مقاومة المادة لانتشار التصدُّع)، الذي يمكن أن يسبب لهم فشلًا كارثيًّا. كلما ازادت صلابه مواد الماس المركبة، التي تحتوي على تركيزات أعلى من الماس؛ انخفضت مقاومتها للكسور. ومع ذلك.. فإن هذه المواد لها مقاومة عالية ضد التآكل، وشكلّت الأساس لأدوات طويلة العُمر في الاستخدام الصناعي، شريطة أن يتم التحكم في التحميل الميكانيكي عليها.

إنّ التحكم في الصلابة لا يتم من خلال التركيب فقط؛ بل إن حجم الحبيبات في الأطوار التأسيسية للمواد هو أيضًا عامل مؤثر. في المواد الصلبة والهشة، مثل مواد الماس المركّبة ، فإن الصلابة والقوة تزيد مع تناقص حجم الحبيبات، كما عبرت عن ذلك علاقة "هول-بِتش" (Hall-Petch)[4,5]. عادة، يرافق هذا التحسن في الصلابة انخفاض في مقاومة الكسر؛ هذه العلاقة العكسية تم قبولها بشكل عام كنموذج، حتى تم التحقق بدقة من الخصائص الميكانيكية للمواد ذات البنية النانوية. في مثل هذه المواد، لا تسري العلاقة العكسية عندما يكون حجم الحبيبات أقل من حوالي 100 نانومتر، ومن ثم يمكن فعليًّا أن تزيد مقاومة الكسر مع تناقص حجم الحبيبات[6]. هذه المواد، بما في ذلك مواد الماس المركّبة مع مكوناتها من الحبيبات النانوية، قد ثبُت أن لها مقاومة استثنائية للكسر.

أثبتت تقنيات تقليل حجم الحبيبات لتحسين مقاومة الكسر للمواد فائقة الصلابة أنها ناجحة، ولكنها محدودة كما يبدو باقتصارها إما على المواد المعنية أو التكنولوجيا المستخدمة. لذا.. بدا أن إدخال تحسينات أخرى على هذه المواد غير محتمل، ما لم يتم اكتشاف سبيكة مواد نانوية حبيبية ذات صلابة ذاتية أعلى. ومع ذلك.. استطاع هوانج وزملاؤه[1] إثبات أن حدوث مزيد من الانخفاض في مقياس طول الحبيبات المرتبط بالصلابة الذاتية يمكن تحقيقه.

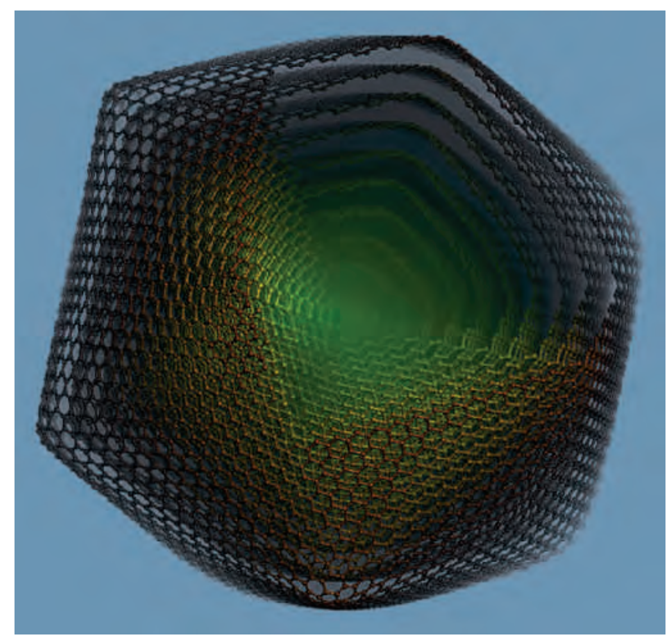
قدَّم باحثون من المجموعة نفسها في وقت سابق بحثًا[7] عن طريقة لصنع نموذج توأم نانوي لنيتريد البورون – مادة شبيهة بالماس في الترتيب الذري. لذا.. قرروا تقليد تلك العملية مع الماس، بإخضاع جسيمات الكربون النانوية التي تتكون من أغلفة متحدة المركز مثل الجرافيت (معروف باسم جسيمات نانوية من الكربون البصلي؛ الشكل 1) لضغوط في حدود 18-25 جيجا باسكال وعند درجة حرارة 2000 -1850 مئوية. تباعًا، تكوّنت المادة الشفافة الناتجة من توائم نانوية وبلورات نانوية من الماس.

صلابة مواد هوانج ومجموعته بلغت نحو 200 جيجا باسكال؛ وللمقارنة، فإن قيم صلابة الماس أحادي البلّورة تتراوح مابين 60 إلى 130 جيجا باسكال، وتلك التي تتكون من بلّورات الماس النانوية بدون توائم نانوية هي 130-145 جيجا باسكال (المرجع 8). وهناك خاصية غير عادية أخرى، وهي مقاومتها العالية للكسر، وهي أكبر من مثيلتها من مواد الماس المركّبة المتاحة تجاريًّا. وبشكل ملحوظ، كان ماس التوائم النانوية مستقرًّا ضد الأكسدة في الهواء عند درجات حرارة أعلى من 1000 درجة مئوية – أعلى مما توقَّعه الباحثون.

أعد هوانج وزملاؤه قطعًا ملّيمترية الحجم من مادتهم على نطاق مختبري بحثي، ولكن يبقى أن نرى ما إذا كانت طريقتهم العملية يمكن استخدامها على نطاق صناعي. سيعتمد النجاح جزئيًّا على إمكانية تحضير المواد الأولية بجودة عالية بما فيه الكفاية. سبق استخدام تقنية التصليد الحراري Sintering في إنتاج ماس ذي بلّورات نانوية – عبر الانصهار في درجة عالية من الحرارة و/أو الضغط – لتصنيع السنادين التي تُستخدم في دراسات طور المواد[8] الجيولوجية عالية الضغط ودرجة الحرارة، ويمكن توقع تطبيقات علمية مماثلة لماس التوائم النانوية. ومع ذلك، فإن خصائص زحف المادة (ميل المادة للتشوه الدائم كاستجابة للضغوط الميكانيكية طويلة الأجل) والإجهاد بحاجة إلى القياس. إذا كانت آلية تشوه المادة تتغير من تلك المرتكزة على عيوب البلورات إلى تلك المعتمدة على الانزلاق عند حدود الحبيبات، كما يحدث عادة خلال تشوه "معدن فائق" عندما يتم تسخين المواد الصلبة، ستكون هناك إذن حاجة إلى إيجاد طُرق لحصر حدود الحبيبات[9].

تقدمت صناعة الماسات النانوية خلال العقد الماضي على نحو كونه فضول فكري للوصول إلى مواد تعمل بشكل كامل ومفيدة لمجموعة واسعة من التطبيقات. تُستخدام جسيمات النانو المنفردة، التي تتكون من بضع مئات فقط من ذرات الكربون المرتبة في بنية الماس، في مجالات متنوعة، مثل توصيل الدواء داخل الجسم، والتصوير الحيوي، وتوليد الأنسجة[10]. ماسات النانو، سواء أكانت مجمعة، أم غير مجمعة في سوائل التشحيم، يمكن أيضًا أن تشكل فواصل منخفضة الاحتكاك؛ تقلل من تآكل مكونات الحركة على المستويين العياني والمجهري[11].

على القَدْر ذاته من الأهمية تأتي البحوث المبتكرة والنامية بسرعة في التجميع والتصليد الحراري للماس النانوي لصنع مواد مركّبة صلبة بحيث يكون لها مدى كبير من الخصائص المميزة، مثل التوصيل الحراري العالي، والنفاذ البصري، والخمول الكيميائي، والمقاومة العالية لأضرار الأشعة. إنتاج هذه المركّبات تم في البداية بمقاييس أعلى قليلًا من تلك الخاصة بالجسيمات النانوية نفسها، ولكن التقدم الاستثنائي في تكنولوجيا الضغط العالي ودرجة الحرارة المرتفعة[8] يتيح الآن فرصة إنتاج المواد



الشكل 1 | نموذج كمبيوتر لجسيمات نانوية كربونية بصلّية. استخدم هوانج وزملاؤه[1] هذه الجسيمات النانوية لصنع شكل من الماس فائق الصلابة، وذي بِنْيَة نانوية. (الصورة مأخوذة من المرجع 1).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بأحجام تناسب تطبيقات العديد من الصناعات. قد يقودنا إدماج ماس التوائم النانوية والبلورات النانوية في المواد المركّبة إلى مواد جديدة لها خصائص أكثر استثنائية. ■

جيمس بولاند يعمل في قسم علوم الأرض وهندسة الموارد، بمنظمة الكومنولث للبحوث العلمية والصناعية (CSIRO)، بولينفال، كوينزلاند 4069، أستراليا.
البريد الإلكتروني: jim.boland@csiro.au

1. Huang, Q. *et al. Nature* **510,** 250–253 (2014).
2. Tolansky, S. in *Science and Technology of Industrial Diamonds* Vol. 2 (ed. Burls, J.) 341–349 (Ind. Diamond Inform. Bur., 1967).
3. Wilks, E. & Wilks, J. *Properties and Applications of Diamond* (Butterworth-Heinemann, 1991).
4. Petch, N. J. *J. Iron Steel Inst.* **174,** 25–28 (1953).
5. Hall, E. O. *Proc. Phys. Soc. Lond. B* **64,** 747–753 (1951).
6. Zhao, Y. *et al. Appl. Phys. Lett.* **84,** 1356–1358 (2004).
7. Tian, Y. *et al. Nature* **493,** 385–388 (2013).
8. Irifune, T. & Sumiya, H. in *Comprehensive Hard Materials* Vol. 3 (eds Mari, D., Llanes, L. & Nebel, C. E.) 173–191 (Elsevier, 2014).
9. Suryanarayana, C. & Al-Aqeeli, N. *Prog. Mater. Sci.* **58,** 383–502 (2013).
10. Mochalin, V. N., Shenderova, O., Ho, D. & Gogotsi, Y. *Nature Nanotechnol.* **7,** 11–23 (2012).
11. Ivanov, M. *et al. Nanosyst. Phys. Chem. Math.* **5,** 160–166 (2014).

فيزياء الكمّ

استشعار القوة

أتاح أسلوب يقوم على الاستشعار الكَمِّي، حيث تقوم أنظمة كمية محكومة بدور أجهزة استشعار دقيقة، قياسَ تفاعل مغناطيسي ضعيف بين إلكترونين مرتبطين بأيونين منفصلين.

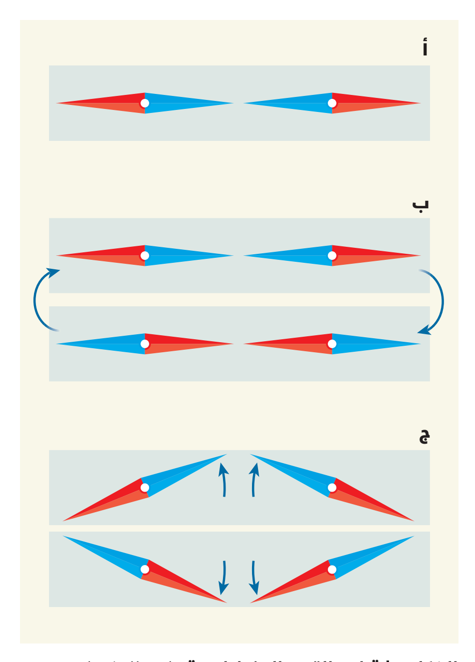
فرديناند شميت كالر

شحنات الإلكترونات السالبة وتنافرها فيما بينها هي مفاهيم مألوفة لمعظم القراء، ولكن الجديد هو أنها تمتلك عزمًا مغناطيسيًّا مرتبطًا بحركتها المغزلية حول محورها، ومن ثم فهي تؤثر بقوى مغناطيسية على بعضها البعض. ومع ذلك.. لم يتم قياس التفاعلات بين مغزلية إلكترونات منفردة حتى الآن، ويكمن ذلك أساسًا بسبب ضآلتها بجانب تأثيرات أخرى: على مستوى الفواصل الصغيرة الذرية بين الإلكترونات يظهر مبدأ بولي للاستبعاد، الذي ينص على أنه لا يمكن لإلكترونَين أن يشغلا الحالة الكمية نفسها، كما نجد هيمنة تفاعل كولوم الكهربائي؛ وعلى مستوى الفواصل الكبيرة، تنخفض قوة التفاعل المغناطيسي إلى حد كبير، إلى أن تُحجب تمامًا من قِبَل القوة التي يتأثر بها العزم المغناطيسي الإلكتروني في محيط مجال مغناطيسي متذبذب. يقدم كوتلر وزملاؤه[1] تقريرًا عن نجاحهم في الكشف عن تفاعل مغناطيسي ضئيل جدًّا بين إلكترونين مرتبطين بأيونين منفصلين عن بعضهما بحوالي ميكرومترين، وذلك باستخدام أفكار من المجال الواعد للاستشعار الكمي.

إن حالات الكم للفوتونات المنفردة، والذرات، والأيونات، وأيونات الشوائب في البلورات، جميعها تقريبًا يمكن السيطرة عليهم تمامًا في المختبر. في البداية، لم يتعد الدافع وراء تطوير تقنيات تجريبية للتحكُّم، ومعالجة مثل هذه الحالات الكمية، كونه اهتمامًا باختبار المبادئ الأساسية لفيزياء الكّم. أما الآن، فيستهدف التقدم في التحكُّم بالحالة الكمية تطبيقات عدة، كالحوسبة الكمية، والمحاكاة الكمية، والاستشعار الكمي. وفي حين تتطلب الحوسبة والمحاكاة الكمية تحكمًا شديد الدقة للتفاعلات بين أعداد كبيرة من الجسيمات الكمية، فإن تطبيقات الاستشعار على الناحية الأخرى، والتي تقوم فيها أنظمة الكّم بدور أجهزة الاستشعار، لا تتطلب الكثير في هذا الصدد.

في دراساتهم، يتحكم ويتلاعب كوتلر وزملاؤه بإلكترونات التكافؤ لاثنين من أيونات السترونشيوم المحصورَين في جهاز كهربائي يعرف باسم "مصيدة پـول". ولفَهْم هذه الفكرة، لنتخيَّل مغزلية إلكترون التكافؤ لأيون سترونشيوم باعتبارها مغناطيسًا صغيرًا بقطبين شمالي وجنوبي، مثل إبرة البوصلة المغناطيسية - التي تصطف مع المجالات المغناطيسية الخارجية. ولنتخيّل ماذا يحدث إذا وضعنا اثنتين من إبر البوصلة بالقُرب من بعضهما البعض. في هذه الحالة، قد تتفاعل إبرة منهما مع الأخرى وتدور قليلًا، اعتمادًا على اتجاه الإبرة الأخرى. هذا هو بالضبط التأثير الصغير – التفاعل المغناطيسي لمغزلية إلكترونين منفردين – الذي قاسه كوتلر وزملاؤه في تجربتهم.

ولتنفيذ قياساتهم، استخدم الباحثون أولًا نبضات ليزر لتبريد الأيونات وتهيئتها، بحيث تكون العزوم المغناطيسية لإلكترونات التكافؤ متجهة لاتجاهين متعاكسين. وبالعودة



الشكل 1 | قياس القوى المغناطيسية. استطاع كوتلر وزملاؤه[1] قياس تفاعل صغير جدًّا بين مغزلية اثنين من الإلكترونات، كل منهما مرتبط بأيون سترونشيوم على بُعد حوالي ميكرومترين عن بعضهما. **أ**، مغزلية الإلكترون في الأيونين يمكن أن تتضح باستخدام إبر البوصلة المغناطيسية، كما يظهران هنا على خط واحد متقابلين؛ الأزرق يشير إلى القطب الجنوبي، والأحمر إلى القطب الشمالي. **ب**، بواسطة التقليب المستمر لاتجاهات الإبر بسرعة وبالتزامن، استطاع الباحثون أن ينحوا تفاعلات الأيونات مع مجال مغناطيسي خارجي متغير (لا يظهر). **ج**، وهذا سمح لهم بقياس التفاعل المغناطيسي بين الإبرتين المغناطيسيّتين من خلال دورانهما كما حدث في الشكلين السابقين.

إلى تشبيه البوصلة المغناطيسية، فإن القطبين الجنوبيين متواجهان الآن، ومن ثم يتنافران مع بعضهما البعض (الشكل 1أ). بالإضافة إلى ذلك.. التفاعلات بين إلكترونَين مع مجال مغناطيسي خارجي منتظم ـ الذي ينبغي التخلص من تأثيره لقياس قوة التفاعل المغزلي الضئيلة ـ ستلغي بعضها البعض، لأن لها المقدار نفسه، ولكن بإشارة معاكسة. تباعًا، يظل اتجاها إبرتي البوصلة يتقلبان بسرعة وباستمرار، وفي تزامن واحد (الشكل 1ب). ساعدت هذه الخطوة على تعويض تذبذبات المجال المغناطيسي الخارجي، الذي تختلف قوته تبعًا لموقعي الأيونين. في المتوسط، تتلاشى تمامًا أي تفاعلات بين الأيونات مع المجال المغناطيسي الخارجي المتذبذب، ومن ثم تهيأ لكوتلر وزملائه قياس قوة التفاعل المغزلي-المغزلي الضئيلة.

في الشكلين المذكورين أدناه (أقطاب جنوبية أو شمالية تواجه بعضها البعض)، يتسبب التفاعل المغزلي-المغزلي في تنافر العزوم المغناطيسية من بعضها، ومن ثم تبدأ في الانقلاب (الشكل 1ج). أما في هذه التجربة، تتقلب العزوم المغناطيسية، ولكنها تقوم بذلك في "تراكب كمي متسق". هذه حيلة كمية أنيقة، حيث تضطر العزوم المغناطيسية للإلكترونات للاصطفاف مع بعضها لتصبح في نهاية المطاف متشابكة كميًّا. بقياس خصائص هذه الوضعية المصممة بعناية، وهي بمأمن من الضجيج المغناطيسي ولها عمر يقارب الدقيقة الواحدة، تمكّن الباحثون من قياس دوران العزوم، وبالتالي قوة التفاعل المغزلي-المغزلي. ونظرًا إلى شدة ضآلة قوة التفاعل ومعدل الدوران المرتبط بها (فقط 0.0009 هيرتز)، كان على الباحثين الانتظار 15 ثانية قبل أن يتمكّنوا من تحديد الدوران.

لدراسة كوتلر وزملاؤه نتائج بعيدة في الاستشعار الكمي. فالتسلسل التجريبي الذي اعتمده الباحثون يمكن تطبيقه بسهولة لأنظمة ذرية أخرى، فضلًا عن الأنظمة الجزيئية والبصرية، وأنظمة الحالة الصلبة، مع إمكانية استخدامه كمسبار مغناطيسي حساس. ربما تكون الدراسة أيضًا ذات صلة بتطوير الساعات، بناءً على أيونات أو ذرات محاصرة[2]، واستشعار التفاعلات الصغيرة في النظم المختلطة، مثل خليط من أيونات وذرات باردة[3,4]. تطبيق هذه التقنية في أنظمة الحالة الصلبة سيكون مثيرًا للاهتمام، إذ إن هذه النظم توفر فرصًا للتطبيقات التجارية، كأجهزة الاستشعار المغناطيسي التي تعمل في بيئات "صاخبة". وقد تم بالفعل إنتاج أجهزة استشعار مغناطيسي، استنادًا إلى ذرّة نيتروجين واحدة كشائب في ألماس[5,6]، كما أننا على وشك التوصُّل للحساسية اللازمة لكشف مغزلية نووية منفردة. لكل هذا.. ينتظر الفيزيائيون باهتمام كبير مزيدًا من التقدم في مجال الاستشعار الكَمِّي. ■

فرديناند شميت كالر يعمل بـ"كوانتم" (QUANTUM)، معهد الفيزياء، جامعة يوهانس جوتنبرج ماينز، 55128 ماينز، ألمانيا.
البريد الإلكتروني: fsk@uni-mainz.de

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

1. Kotler, S., Akerman, N., Navon, N., Glickman, Y. & Ozeri, R. *Nature* **510,** 376–380 (2014).
2. Roos, C. F., Chwalla, M., Kim, K., Riebe, M. & Blatt, R. *Nature* **443,** 316–319 (2006).
3. Härter, A. & Hecker Denschlag, J. *Contemp. Phys.* **55,** 33–45 (2014).
4. Schmidt-Kaler, F. & Gerritsma, R. *Europhys. Lett.* **99,** 53001 (2012).
5. Zhao, N. *et al. Nature Nanotechnol.* **7,** 657–662 (2012).
6. Maletinsky, P. *et al. Nature Nanotechnol.* **7,** 320–324 (2012).

أحياء النبات

تمريــر الذخيــرة

تُطلِق نباتات الطماطم التي أعطبتها الحشرات نباتية التغذية عدة مواد كيميائية تنتقل عبر الهواء لتحذر جيرانها من الهجمات الوشيكة. اتضح أن النباتات المتلقية تحوّل هذه الإشارات إلى أسلحة دفاعية.

مارك ميشِر، وكونسويلو دِي مورايس

قد تبدو النباتات سلبية، لكنها تستجيب في الواقع بطرق معقدة للخصائص المتنوعة لبيئتها. يتضح بصورة متزايدة، أن النباتات، مثلًا، تميّز الروائح البيئية وتستجيب لها. إلا أن الآلية التي تحدث بها عملية الشم في النباتات لا تزال مجهولة. يورد سوجيموتو وزملاؤه[1] في دراسة نُشِرَت بدورية "بروسيدينجز أوف ذا ناشونال أكاديمي أوف ساينسِز" (*Proceedings of the National Academy of Sciences*) أن النباتات التي تتعرض للروائح الصادرة من نباتات مجاورة تعرضت بدورها للعطب بسبب الحشرات نباتية التغذية، تتفاعل مع هذه الروائح بتحويلها إياها إلى دفاعات فعالة ضد هذه الحشرات.

حينما تتغذى الحشرات على أنسجة النباتات، يمكن للنباتات المعتدَى عليها أن تظهر مجموعة من الاستجابات الفسيولوجية. على سبيل المثال.. يمكن لهذه النباتات أن تنتج سمومًا كيميائية أو مثبطات تغذية، كما يمكنها أن تطلق عدة مواد متطايرة تنتقل عبر الهواء وتجتذب الأعداء الطبيعيين للحشرات نباتية التغذية المعتدية، من قبيل مفترسات الحشرات والحشرات المتطفلة (الزنابير الطفيلية التي تضع بيضها في الأساريع التي تتغذى على النباتات، على سبيل المثال)[2]. لقد أصبح مقبولًا على نطاق واس[3-6] أنه في استطاعة النباتات أيضًا أن تستخدم الانبعاثات المتطايرة، التي تنبعث من النباتات المجاورة التي تم إعطابها، بوصفها إشارة لإعداد دفاعاتها الخاصة في مواجهة الهجمات الوشيكة. وقد كانت هذه الفكرة مثار جدل فيما مضى[3،4،7].

استقصى سوجيموتو وزملاؤه الآليات التي يؤثر بها تأشير المواد المتطايرة بين نباتات الطماطم المزروعة على دفاعاتها في مواجهة يرقات عثة سبودوبتيرا ليتورا *Spodoptera litura*، الآفة النباتية التي تعرف أيضًا باسم يرقانة الحصيد الشائعة. عبر تجربة يمكن التحكم فيها بدقة بانسياب الهواء ما بين النباتات المنفردة، أوضح المؤلفون بنجاح أن التعرض للروائح المنبعثة من نباتات الطماطم التي دمرتها يرقانات الحصيد، زاد بصورة ملحوظة من مقدرة النباتات المجاورة على مقاومة الهجمات اللاحقة. كذلك أبدت يرقانات الحصيد الموضوعة على النباتات، التي تم تعريضها للروائح المنبعثة من النباتات المدمَّرة لمدة ثلاثة أيام، نموًا منخفضًا ونسبة نفوق عالية عند مقارنتها بنباتات التجربة الحاكمة التي لم تتعرض لهذه الروائح.

كشفت عمليات التحليل الكيميائي الحيوي المكثفة التي قام بها المؤلفون لأنسجة أوراق الطماطم، التي تم تعريضها للمواد المتطايرة التي أطلقت من النباتات المجاورة المعطوبة، ارتفاعًا كبيرًا في معدلات مركب واحد – (زي)-3-هيكسينيل فيكيانوسايد، أو هيكس فيك. إضافة إلى ما سبق، وجد المؤلفون أيضًا أن يرقانات الحصيد التي تمت تغذيتها بوجبات اصطناعية ملوثة بمركب هيكس فيك أبدت نموًا منخفضًا بشدة عند مقارنتها باليرقانات التي تمت تغذيتها بوجبات خالية من التلوث، وهو ما يؤكد أن تراكم مركب هيكس فيك يقوم بدور ما في زيادة مقاومة نباتات الطماطم. ذُهِل سوجيموتو وزملاؤه من التشابه الكيميائي اللافت للنظر بين مركب هيكس فيك ومركب (زي)-3-هيكسينول، أحد مكونات الروائح التي تطلقها نباتات الطماطم المعطوبة. وتشير هذه النتائج إلى أن تمرير المركب (زي)-3-هيكسينول، من النباتات المعطوبة إلى السليمة، قد يوفر المادة الخام اللازمة لإنتاج مركب هيكس فيك، بدلًا من قيام هذه المادة المتطايرة بدور الإشارة الكيميائية فقط (الشكل 1).

لاختبار هذه الفرضية، عرّض المؤلفون نباتات الطماطم لمركب (زي)-3-هيكسينول المنقول عبر الهواء، الذي تم وَسْمه باستخدام نظير الهيدروجين (الديوتيريوم)، ووجدوا أن كل مركبات هيكس فيك التي تم إنتاجها فيما بعد كانت موسومة بهذا النظير. فضلًا عن ذلك.. لم يعثر المؤلفون على أي مؤشر يدل على تسبب تعرض النباتات للمواد المتطايرة في إنتاج أي (زي)-3-هيكسينول إضافي. لذلك، يبدو أن تراكم مركب هيكس فيك في نباتات الطماطم غير المعطوبة يعتمد بصورة كاملة على التقاط (زي)-3-هيكسينول من الجو، إلا أنه ما إنْ تتم مهاجمة النباتات بواسطة الحشرات التي تتغذى عليها، حتى يتسبب الإنتاج الذاتي لهذه النباتات لمركب (زي)-3-هيكسينول في التراكم الإضافي لمركب هيكس فيك.

قد تكون هذه الآلية اللافتة للنظر لحث الدفاع التي وثقها سوجيموتو وزملاؤه واسعة الانتشار في النباتات، إذ عادة ما يوجد مركب (زي)-3-هيكسينول في المواد المتطايرة "للورقة الخضراء"، وهي المواد التي تطلقها غالبية النباتات مباشرة بعد تعرض انسجتها للعطب (يسهم هذا المركب في الرائحة المميزة للأعشاب المقطوعة حديثًا)، كما أن عملية التحويل الكيميائي الحيوي لهذا المركب إلى مركب هيكس فيك هي عملية بسيطة نسبيًّا كما أنها على الأرجح، عملية شائعة جدًا. وفي الواقع، يقدم المؤلفون أدلة على تراكم مركب هيكس فيك، أو المركبات الشبيهة به من ناحية كيميائية، في العديد من أنواع النباتات التي تم تعريضها للمواد المتطايرة للورقة الخضراء.

يمكن أن تسلط هذه الآلية أيضًا الضوء على سيناريو معقول لتطور الاتصالات ما بين النباتات. من منظور تطوري، يصعب فهم فوائد الإشارات التي ترسل تحذيرات موثوقة عن هجمة وشيكة للحشرات نباتية التغذية للنباتات المجاورة، والتي عادة ما تنافس النبات الذي يرسل هذه الإشارات. وبناءً على ما سبق، رأت أبحاث سابقة[6،8] أن نشوء عملية التأشير ما بين نبات وآخر قد يحدث كنتيجة جانبية لأنظمة تأشير المواد المتطايرة في النباتات المنفردة. وبالاتساق مع هذه الفرضية، يكون من السهل النظر إلى الآليات التي وصفها سوجيموتو

الشكل 1 | روائح النباتات بوصفها إشارات انذار. تُطلِق النباتات التي تهاجمها الحشرات نباتية التغذية مركبات متطايرة تستطيع أن تجتذب مفترسات الحشرات، وأن تعوق عملية اقتيات الحشرات بها. يمكن أن تعزز هذه الروائح المتطايرة من دفاعات النباتات المجاورة تجاه الهجمات. يذكر سوجيموتو وزملاؤه[1] أنه بمقدور نباتات الطماطم أن تقوم بالتحويل المباشر لمركب (زي)-3-هيكسينول، المركب المتطاير الذي تطلقه النباتات المجاورة المعطوبة، إلى مركب (زي)-3- هيكسينايلفيكيانوسايد (هيكس فيك)، المركب الدفاعي الذي يقلل من نمو الحشرات نباتية التغذية ويضعف فرص بقائها. (الشكل مأخوذ من رسومات نك سلوف، وتوماس ديجن).

وزملاؤه على أنها قد تطورت في بادئ الأمر لتنظيم تراكم مركبات الدفاع عن النبات في الأجزاء البعيدة من النبات الذي تنبعث منه هذه المواد المتطايرة.

وحتى إذا ما لم تكن النباتات المجاورة هي المستقبلات المقصودة لمواد الورقة الخضراء المتطايرة، فإن هذه النباتات تستفيد من هذه المقدرة الغريزية لكي تنتج مركب هيكس فيك من مركب (زي)-3-هيكسينول الجوي، لأن مستويات هذا المركب في الهواء قد تعكس على الأرجح شدة نشاط الحشرات نباتية التغذية المحلية. يمكن أن تكون لهذا التأثير آثار بيئية واسعة، لأن زيادة المقاومة التي تتسبب فيها المواد المتطايرة لدى المجتمعات المحلية للنباتات، والتي تتناسب من حيث الحجم والشدة مع حجم وشدة عدوى النباتات، قد تقوم بدور الكابح لانتشار العدوى.

رغم الآثار بعيدة المدى لهذه الدراسة، ليس مرجحًا أن تكون هي الكلمة الفاصلة في موضوع التأشير بين النباتات أو في موضوع الشم لدى النباتات. على سبيل المثال، لم يجد سوجيموتو وزملاؤه أي رابط ما بين الآلية التي لاحظوها والتعبير عن حمض الجاسمونيك (هرمون نباتي ينظم عددًا من آليات الدفاع التي ينشطها الاقتيات بالنباتات[9])، رغم أن حثّ المواد المتطايرة للدفاعات النباتية، والذي يقوم فيه حمض الجاسمونيك بدور الوسيط، قد تم توثيقه في عدد مختلف من الأنواع. كذلك تم الكشف عن إسهام أصناف مختلفة من المركبات النباتية في عمليات التفاعل ما بين النباتات[4,10]، كما كشفت دراسة نشرت في العام الماضي[11] عن استجابات دفاعية للنباتات في مواجهة روائح الحشرات لا تشابه الانبعاثات النباتية المعتادة إلا بدرجة قليلة، أو لا تشبهها بالمرة.

ليس واضحًا بعد ما إذا كانت الآليات التي تتحكم في استجابات النباتات الأخرى للروائح البيئية بسيطة كبساطة عملية التقاط مركب (زي)-3-هيكسينول وتحويله إلى مركب هيكس فيك التي تحدث في نباتات الطماطم، أم أن هذه الآليات تناظر في تعقيدها درجة التعقيد الأعلى التي تمت ملاحظتها في أنظمة الشم لدى الحيوانات[12]، لكن الأمر الجلي هو أن الكثير من الجوانب الأكثر روعة وغير المتوقعة في عملية الشم لدى النباتات لا تزال في انتظار اكتشافها. ■

مارك سي. ميشر، و**كونسويلو إم. دي مورايس** يعملان في قسم علم الأنظمة البيئية، إي تي إتش زيورخ، 8092، زيوريخ، سويسرا.
البريد الإلكتروني: mescher@usys.ethz.ch; consuelo.demoraes@usys.ethz.ch

1. Sugimoto, K. *et al.* *Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1320660111 (2014).
2. De Moraes, C. M., Lewis, W. J., Paré, P. W., Alborn, H. T. & Tumlinson, J. H. *Nature* **393,** 570–573 (1998).
3. Karban, R., Yang, L. H. & Edwards, K. F. *Ecol. Lett.* **17,** 44–52 (2014).
4. Farmer, E. E. *Nature* **411,** 854–856 (2001).
5. Karban, R., Baldwin, I. T., Baxter, K. J., Laue, G. & Felton, G. W. *Oecologia* **125,** 66–71 (2000).
6. Heil, M. & Silva Bueno, J. C. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **104,** 5467–5472 (2007).
7. Fowler, S. V. & Lawton, J. H. *Am. Nat.* **126,** 181–195 (1985).
8. Frost, C. J. *et al.* *Ecol. Lett.* **10,** 490–498 (2007).
9. Gfeller, A., Dubugnon, L., Liechti, R. & Farmer, E. E. *Sci. Signal.* **3,** cm3 (2010).
10. Runyon, J. B., Mescher, M. C. & De Moraes, C. M. *Science* **313,** 1964–1967 (2006).
11. Helms, A. M., De Moraes, C. M., Tooker, J. F. & Mescher, M. C. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **110,** 199–204 (2013).
12. Bushdid, C., Magnasco, M. O., Vosshall, L. B. & Keller, A. *Science* **343,** 1370–1372 (2014).

علم المناعة

تحديد احتمالات الإصابة بالسُّلّ

ستساعد دراسة تحدد التفاعلات بين ثلاثة جزيئات منظمة للمناعة (النوع الأول من الإنترفيرون، والإنترليوكين1–، والبروستاجلاندين E2–) على تفسير النتائج المتغيرة لحالات عدوى السلّ.

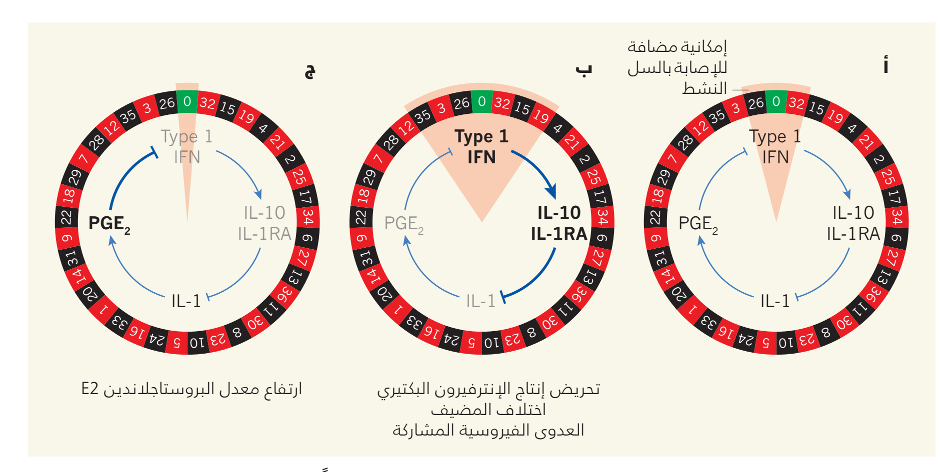
صمويل بهار، وكريستوفر ساييتي

يصاب ملايين الناس حول العالم بعدوى المتفطّرة السُّلّية *Mycobacterium tuberculosis*، إلا أن 5–10 % منهم فقط ستتطور العدوى لديهم لتصبح مرضًا واضحًا إكلينيكيا. هناك العديد من المتغيّرات الوراثية والبيئية المعروف عنها أنها تزيد من خطر تطور العدوى إلى مرض السلّ الإكلينيكي. قد يساعدنا فهم كيفية تفاعل هذه العوامل فيما بينها لتحديد نتيجة العدوى على تسهيل تصميم علاجات أفضل واستهداف استخدامها لدى الأفراد الأكثر عرضة للخطر. في العدد الصادر في الأسبوع الأول من شهر يوليو الماضي من الدورية الدولية *Nature*، وصفت ماير باربر وزملاؤها[1] شبكة مناعية قد يكون لها دور محوري في تحديد نتائج عدوى السل، التي يمكن التلاعب بها لترجيح الاحتمالات لمصلحة مقاومة المضيف.

وهناك عدد كبير جدًّا من عوامل المناعة الوسيطة التي تشارك في مقاومة المضيف للسلّ. وتأتي منظِّمات الاستجابة المناعية هذه في أشكال كثيرة، من بينها البروتينات المُفرَزة، مثل السيتوكينات، والجزيئات المؤشِّرة المشتقة من الدهون، مثل الإيكوسانويدات. وقد اكتشف معظمها عندما أدى غيابها الكامل، أو الزيادة البيّنة في إنتاجها، إلى تغيير نتائج العدوى. لقد حددت دراسات كهذه[2–4] أدوار السيتوكينات إنترليوكين1– (IL–1) والإنترفيرون من النوع الأول (IFN)، والإيكوسانويد المعروف باسم البروستاجلاندين E2 (PGE2)، في إحداث مرض السل.

تأخذ ماير باربر وزملاؤها خطوة وضع هذه العوامل ذات الدور الأساسي في سياقها التنظيمي، وتكتشف أنها تشكل شبكة تنظيمية متقاطعة. إذ وجد الباحثون لدى الفئران المصابة بعدوى المتفطرة السلية، أن IL–1 يحفّز PGE_2، والذي يعزّز النشاط المضاد للميكروبات في الخلايا المناعية التي تسمى البلعميات. ويثبط الإنترفيرون إنتاج ونشاط IL–1 ويُثبَّط هو نفسه بـPGE_2 (الشكل 1). يوفر هذا المسار إطار عمل لشرح الملاحظات السابقة بأن الإنترفيرون يسبب تفاقم حالة السل[5]، بينما يبدي كل من IL–1 وPGE_2 تأثيرًا واقيًا[2,4] بشكل عام. لا تزال الآليات التي يمنع بواسطتها IL–1 وPGE_2 نمو البكتيريا بحاجة إلى التحديد، ولكنها ربما كانت ذات صلة، ولو بشكل جزئي، بتثبيط موت البلعميات النخرية[6].

لاحظ الباحثون أيضًا أن التغيّرات في شبكة عمل " IL–1 وPGE_2 و IFN" كانت مرتبطة مع حالات المرض الأكثر شدة في البشر، مما يؤكد صحة الدراسات التي أجروها على الحيوانات. هذه البيانات الإكلينيكية تعمق بشكل كبير قدرتنا على رسم الحدود بين الحالات المرضية الصريحة باستخدام الواسمات المناعية. وقد أظهرت دراسات سابقة وجود علاقة بين استجابات الإنترفيرون والسل النشط لدى البشر[7]. وأدت إضافة عناصر أخرى لتحليل هذه الشبكة المناعية للوصول إلى قرار منقّح لهذا النهج، مما أتاح لماير باربر وزملائها التمييز بين المرضى الذين يعانون من مرض خفيف وأولئك الخالين من الأعراض. قد يكون هذا النوع من مجموعة الواسمات الحيوية المصمم بعقلانية مفيدًا في تصميم التجارب العلاجية.



الشكل 1 | العوامل المؤثرة على نتائج عدوى السل. قدمت مايرباربر وزملاؤها1 دليلًا من النماذج الحيوانية والبيانات الإكلينيكية البشرية بأن الشبكة الموصوفة للجزيئات المنظمة للمناعة تؤثر على احتمالية الإصابة بعدوى المتفطرة السُّلِّيَّة. أ. يعزز النوع الأول من الإنترفيرون (IFN) المرض عن طريق تحريض مضادات مستقبِلات الإنترليوكين10– (IL–10) والإنترليوكين1– (IL–1RA)، (IL–1). هذه العوامل الوسيطة تثبط البروستاجلاندين E2 (PGE2 المعتمد على الإنترليوكين1–، الذي كان ليحدّ من نمو البكتيريا داخل الخلايا. ب. رغم أن العوامل التي تزيد من إمكانية الإصابة بالسل ربما كانت تعمل بآليات متنوعة، إلا أنه يمكن للعديد منها أن يؤثر على فعالية أو توازن هذه الدارة المناعية، خاصة عن طريق زيادة إنتاج الإنترفيرون. ج. وعلى النقيض، أظهرت مايرباربر وزملاؤها أن وفرة PGE2 يمكنها أن تنقص شدة المرض لدى الفئران المصابة بالعدوى، التي تملك معدلات مرتفعة من الإنترفيرون.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يمكن تفسير مسار " IL–1 وPGE_2 و IFN" المقترح باعتباره حلقة تغذية تحافظ على الثبات الذاتي في الجسم، لأن النشاط الزائد لكل وسيط يسبب إطلاق تجاوب مثبط، معيدًا الجهاز إلى التوازن. ولكن ربما كانت الحالة أكثر تعقيدًا أثناء حالة السلّ المزمنة. على سبيل المثال، قد تكون حركيات تعبير كل وسيط حاسمة، إذ يميل إنتاج الإنترفيرون إلى كونه سريعًا وعابرًا، في حين يرتبط الإنترليوكين–1 عادة مع الحالات الالتهابية المزمنة. في الواقع، ورغم الدور الوقائي للإنترليوكين–1 في المراحل المبكرة من العدوى، فإن إنتاجه المستمر يسبب ظهور الأعراض المرتبطة بالمرض[8].

وبالإضافة إلى ذلك.. فإن تعبير الإنترفيرون عشوائي بشكل ملحوظ على مستوى الخلية المفردة[9]، مما يشير إلى أن الخلايا التي تعبّر الإنترفيرون موزَّعة بشكل غير متساو في أنسجة الرئة. وملاحظة أن الآفات السُّلية المختلفة في الرئة نفسها تتطور بشكل مستقل[10] تدعم الفكرة القائلة بأن التوزيع المكاني لهذه العوامل الوسيطة أمر متغير وظيفيًّا. ولعل الأكثر تميزًا، هو أن الاستجابات المناعية الفطرية تؤثر على الاستجابة المناعية التكيفية المستندة للخلايا التائية وتتأثر بها، وهي التي يمكن أن تختلف على مدى العدوى المزمنة المديدة. هكذا، ورغم إمكانية تصوير مسار " IL–1 وPGE_2 و IFN" على أنه بسيط وذاتي التنظيم، فإن أي عدد من العوامل يمكنه ترجيح كفة الابتعاد عن PGE_2 الواقي، والاتجاه نحو الإنتاج المرضي للإنترفيرون.

هناك العديد من المتغيرات الوراثية والبيئية المعروف عنها أنها تزيد من إمكانية الإصابة بالسل، وقد تعمل عن طريق تعديل شبكة " IL–1 وPGE_2 و IFN". ومن المحتمل أن تلعب الاختلافات الجينية الموجودة مُسبقًا في كل من المضيف والعامل الممرض دورًا مهمًّا. فمثلًا، من المعروف أن سلالات المتفطرة السُّلية شديدة العدوى تطلق عاملًا شحميًّا سكريًّا فينوليًّا محفزًا للإنترفيرون، وتسبب الإصابة بعدوى هذه السلالات إنتاج الإنترفيرون بكميات زائدة[11]. وبشكل مماثل، ترتبط الاختلافات الوراثية البشرية المتعلقة بتخليق الإيكوسانويدات بالإصابة بالسلّ[12]، وقد وُجِدَ أن الاختلافات في إنتاج الإنترليوكين–1 والإنترفيرون يؤثر على مجموعة متنوعة من الأمراض المعدية الأخرى. وحتى العوامل غير الوراثية، كالعدوى الفيروسية المشاركة، يمكنها أن تعزِّز إمراض السل عن طريق تحفيز الإنترفيرون[13].

هل هو قَدَرُنا أن نبقى تحت رحمة لعبة الحظ هذه؟ أحد الجوانب المثيرة لشبكة " IL–1 وPGE_2 وIFN" المقترحة هي استراتيجية التدخل الضمنية. ففي نموذج فأري للسل الشديد الذي توجهه مستويات مرتفعة من الإنترفيرون، وجدت ماير باربر وزملاؤها أن زيادة PGE_2 قد كبتت الإنترفيرون، وحسّنت الحالة المرضية، وسرعت من قتل البكتيريا. هذا مثال بارز للرؤى الحيوية الأساسية المؤدية إلى فرص علاجية جديدة. وبالطبع، يعتمد احتمال هذه الاستراتيجية العلاجية على إظهار أن الإنترفيرون هو المحرك الأساسي لمرض السل البشري، وهو الأمر الذي مايزال غير واضح حاليًا. وبالإضافة إلى ذلك.. يصعب تخيُّل أن العلاج الموجّه بالمضيف كهذا العلاج يمكن إعطاؤه دون العلاج الكيميائي المضاد للميكروبات بشكل متزامن، وستكون الفائدة من استعمال البروستاجلاندين E2 في هذا السياق بحاجة إلى تقييم. ومع ذلك.. عندما نضع في اعتبارنا أن أكثر من مليون شخص يموتون بسبب السل كل عام، والظهور المستمر لسلالات المتفطرة السلية المقاومة للمضادات الحيوية التي لا تتأثر بالعلاج التقليدي، فإننا يجب أن ننظر في أي فرصة لتعديل اللعبة لمصلحة المضيف. ■

صمويل إم. بِهار وكريستوفر إم. ساسِتي من قسم الأحياء الدقيقة والنظم الفسيولوجية، كلية الطب في جامعة ماساتشوستس، وورشستر، ماساتشوستس 01655، الولايات المتحدة الأمريكية. كريستوفر إم. ساسِتي يعمل أيضًا بمعهد هوارد هيوز الطبي، تشِفي تشيس، ميريلاند.
البريد الإلكتروني: samuel.behar@umassmed.edu، christopher.sassetti@umassmed.edu

1. Mayer-Barber, K. D. *et al. Nature* **511,** 99–103 (2014).
2. Mayer-Barber, K. D. *et al. J. Immunol.* **184,** 3326–3330 (2010).
3. Ordway, D. *et al. J. Immunol.* **179,** 522–531 (2007).
4. Divangahi, M., Desjardins, D., Nunes-Alves, C., Remold, H. G. & Behar, S. M. *Nature Immunol.* **11,** 751–758 (2010).
5. Antonelli, L. R. V. *et al. J. Clin. Invest.* **120,** 1674–1682 (2010).
6. Divangahi, M. *et al. Nature Immunol.* **10,** 899–906 (2009).
7. Berry, M. P. R. *et al. Nature* **466,** 973–977 (2010).
8. Mishra, B. B. *et al. Nature Immunol.* **14,** 52–60 (2013).
9. Zhao, M., Zhang, J., Phatnani, H., Scheu, S. & Maniatis, T. *PLoS Biol.* **10,** e1001249 (2012).
10. Lin, P. L. *et al. Nature Med.* **20,** 75–79 (2014).
11. Manca, C. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **98,** 5752–5757 (2001).
12. Tobin, D. M. *et al. Cell* **140,** 717–730 (2010).
13. Redford, P. S. *et al. J. Infect. Dis.* **209,** 270–274 (2014).

فيزياء فلكية

ثنائي وثيق في ثلاثي من الثقوب السوداء

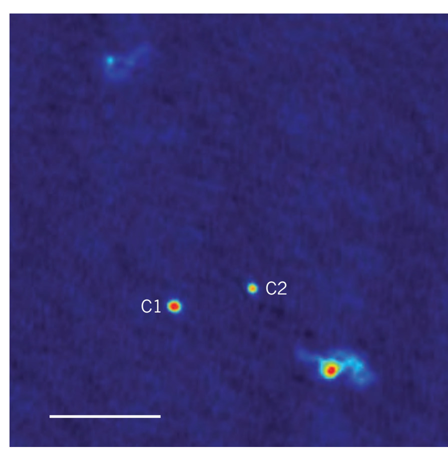
من المتوقَّع أن تشع ثنائيات من الثقوب السوداء الفائقة الوثيقة أمواجًا جاذبية، يمكن أن توفِّر للفلكيين طريقة جديدة لاستكشاف الكون. وقد اكتُشف زوج منها، وثيق نسبيًّا، ضمن منظومة ثلاثية نادرة.

جْرِجْ تايلور

بَيَّنَت الأرصاد أن كل مجرة ذات كتلة تضاهي كتلة درب التبانة، أو أكبر، تستضيف في مركزها ثقبًا أسود فائقًا، تساوي كتلته ملايين إلى مليارات ضعف كتلة الشمس. ويُعتقد أن هذه المجرات الكبيرة تتكوَّن باندماج مجرتين صغيرتين (أو أكثر)، ولذا.. فإن التوقع الطبيعي هو أن الفلكيين يجب أن يروا على نحو متكرر أزواجًا من الثقوب السوداء الفائقة. تُعتبر منظومات أزواج الثقوب السوداء تلك على درجة عالية من الأهمية، لأنها يمكن أن تؤثِّر جوهريًّا في مركز المجرة من حيث تحريك غازها وقذف نجومها. ومع ذلك.. وبرغم الكثير من البحوث[1،2]، فإننا لا نعرف حتى الآن سوى بعض من منظومات الثقوب السوداء الثنائية. يعرض دين وزملاؤه[3] اكتشاف منظومة ثلاثية نادرة، ويطرحون طريقة محسَّنة من أجل البحث عن أزواج وثيقة.

عندما تندمج منظومات الثقوب السوداء الثنائية الفائقة، تُصْدِر أمواجًا جاذبية قوية، على شكل تموجات في نسيج الزمان والمكان. يمكن لكشف هذه الأمواج أن يمثل تأكيدًا إضافيًّا لنظرية أينشتاين النسبية العامة، وأن يوفر للفيزيائيين الفلكيين وسيلة جديدة لاستكشاف الكون. ويمكن لتلك الأمواج أن تكون قابلة للكشف بأجهزة قياس مستقبلية موضوعة في الفضاء[4]، تعمل على عكس أشعة ليزر من مركبات فضائية تفصل بينها مسافات واسعة، وتبحث عن تغيُّرات ضئيلة في المسافات المقاسة بينها والناجمة عن مرور موجة جاذبية. إحدى طرق الكشف الأخرى قيد التطوير هي استعمال مصفوفات توقيت النباضات[5] pulsar timing arrays على الأرض، مثل نانوجراف[6] NANOGrav. وتستفيد هذه الطريقة من الانتظام المدهش الكامن في النجوم النباضة، وذلك بالتوقيت المتأني لوصول النبضات من الكثير من تلك النجوم، ثم البحث عن تغيرات ضئيلة في أوقات الوصول، ناجمة عن مرور موجات جاذبية. وقد أُجري الكثير من البحث عن ثنائيات وثيقة من الثقوب السوداء الفائقة، وكانت تلك البحوث في النطاقات الموجية الممتدة من الترددات الراديوية حتى السينية، لأن الثقوب السوداء الفائقة تشع بقوة على كامل الطيف الكهرومغناطيسي. الأرصاد الراديوية مثيرة بالتحديد، لأن تقنية قياس التداخل ذي الخط المرجعي الطويل جدًّا(VLBI) –وهي تليسكوب راديوي عملاق اتساعه آلاف الكيلومترات مكوّن من مجموعة تليسكوبات صغيرة– تعطي أفضل دقة مكانية ممكنة. فهذه الدقة تمكِّن من معاينة مسافات فاصلة بين الثقوب السوداء تصل بصغرها للفرسخ الفلكي (3×10^{16} مترًا)، حتى في أبعد المجرات. وقد أدى التعاون لمسح VLBI بين معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا Caltech ومركز جودرل بانك Jodrell Bank ، والذي بدأ في تسعينات القرن الماضي، إلى اكتشاف[7] أكثر منظومات الثقوب السوداء الثنائية وثاقًا حتى الآن، والمعروفة للفلكيين بـ0402+379، التي تتضمن مسافة فاصلة تساوي 7 بارسك فقط (الشكل 1). وقد عاينت مسوح VLBI إضافية مصادر راديوية تزيد بأكثر من عشر مرات عن تلك التي جرت معاينتها بمسح كالتك-جوردل، إلا أنه لم يُعثر على أي منظومات أخرى من الثقوب السوداء الثنائية الوثيقة.

الأمر الحاسم للعثور على الثنائيات الوثيقة هو السرعة التي يحصل بها اندماج الثقوب السوداء. فالانكماش الأولي لمدارَيْ الثقبَين الأسودَين الفائقَين، ربما يحصل بسرعة بفضل التفاعلات الجاذبية المتكررة المتبادلة بينهما وبين النجوم[8]، لكنْ عند مسافات فاصلة بين الثقبين الأسودين



الشكل 1 | ثنائي وثيق. صورة راديوية لمنظومة الثقب الأسود الثنائية الفائقة 0402+379، وقد جرى التقاطها عند التردد 22 جيجا هرتز بواسطة مصفوفة الخط المرجعي الطويل جدًّا VLBA. وهي تكشف عن الثقبين الأسودين (C1 و C2) بين نفاثتين راديويتين متباعدتين على طرفَيْ C2. وقد انطلقت هاتان النفاثتان من قرص مادة متراكمة حول C2، ولوحظ أنهما متوسعتان[7]. اكتشف دين وزملاؤه[3] منظومة ثقوب سوداء ثلاثية، تحتوي على زوج وثيق تفصل بين عنصريه مسافة 140 فرسخًا فلكيًّا تقريبًا. وتشير الألوان إلى قوة الإشعاع الراديوي: الأحمر إشعاع قوي، والأزرق إشعاع ضعيف. ويكافئ طول شريط المقياس 10 فراسخ فلكية.

تقل عن 10 فراسخ فلكية، تنخفض كثافة النجوم، ويمكن للمنظومة الثنائية حينئذ أن " تتجمد " قبل أن يتمكن الإشعاع الجاذبي من البدء بحمل الزخم الزاوي بعيدًا والسماح للانكماش المداري بالمتابعة. فإذا كان طور التجمد هذا موجودًا، فإن الثقوب السوداء الثنائية الوثيقة يجب أن تكون وفيرة. أما إذا أمكن لتفاعلات الغاز أو النجوم أن تجسر الفجوة لتصبح من مقاسات دون الفرسخ الفلكي[9]، بحيث يصبح الإشعاع الجاذبي فعالًا في تقليص المدار، ستكون منظومات الثقوب السوداء الثنائية حينئذ نادرة فعلًا.

لقد اعتُبرت[10] منظومة الثقوب السوداء الثلاثية، التي اكتشفها دينْ وزملاؤه والمعروفة بـ J1502+1115، في البداية كوازارًا (منظومة ثقب أسود فائق مُراكِمة للمادة) ذا خطوط إشعاع ضوئية مضاعَفة الذروة. وقد لُوحظ أن هذه الخطوط مضاعَفة الذروة تدل على منظومات ثقوب سوداء ثنائية، لكل ثقب أسود فيها قمته الخاصة به، وأن القمتين منزاحتان بمقدار نسبة سرعتيهما المداريتين إلى سرعة المجرة المستضيفة، غير أنه من سوء الحظ أن كثيرًا من منظومات الثقوب السوداء الأحادية الفائقة عقَّدت أقراص المادة المتراكمة حولها التي يمكن أن تُنتِج أيضًا ذروتين في خطوط الإشعاع (أو أكثر)[11].

لذا.. ومن أجل تأكيد حالة المنظومة موضع الاهتمام، ثمة حاجة إلى دليل آخر، مثل النفاثات الراديوية المتراصة المتعددة. وفي J1502+1115 ثمة فرصة جيدة لوجود 3 نفاثات متراصة من هذا النوع، تفصل بين اثنتين منها 140 فرسخًا فلكيًّا فقط، وفقًا لما أورده دين وزملاؤه باستعمال أرصاد VLBI. يضاف إلى ذلك أن المؤلفين وجدوا في هذه المنظومة أن الإشعاع الراديوي واسع النطاق المقترن بالزوج الوثيق يتصف بتناظر 'S'، مما يوحي بمبادرة النفاثات على النحو الذي يمكن توقعه في المنظومات الثنائية. يمكن لتناظر من هذا النوع أن يوفر وسيلة للبحث عن أزواج وثيقة أخرى. ويدحض المؤلفون ـ على نحو مُقْنِع ـ التفسيرات الممكنة الأخرى للبِنَى الراديوية المرصودة (مثلًا، إمكانية وجود نفاثة مضاعفة من ثقب أسود واحد). والأكثر من ذلك أنهم يرون أن الثقوب السوداء الثنائية الوثيقة هي في الواقع أكثر شيوعًا مما كان يُعتقد سابقًا، وذلك على أساس نجاحهم في العثور على منظومة جديدة من ست منظومات مرشحة، مضاعفة الذروة، ذات إشعاع راديوي وسطوع مجرة مستضيفة معتدلَين.

إذا كانت الثقوب السوداء الثنائية الوثيقة مديدة العمر، ومن ثَمَّ شائعة، فليس علينا الانتظار طويلًا من أجل العثور على المزيد منها، فالكثير من المنظومات المرشحة تحقق فعلًا معيار دين وزملائه الانتقائي الرصدي، وستزيد المسوح الضوئية الجديدة، باستعمال تليسكوب المسح البانورامي ومنظومة الاستجابة السريعة (Pan-STARRS)، وتليسكوب المسح الشامل الكبير Large Synoptic Survey Telescope LSST، كثيرًا من عدد المجرات النشطة المعروفة التي تحتوي على ثقب أسود فائق واحد على الأقل.

أفضل دليل لدينا على المنظومات ثنائية الوثيقة يعتمد بقوة على الدقة الكبيرة لأرصاد VLBI، إلا أنه يجب تَوَخِّي الحذر، لأن النفاثات يمكن أن تبدي تنوعًا كبيرًا من الأشكال والأطياف، ومن ثَمَّ يمكن أن تكون عرضة للتفسير الخاطئ. لذا.. قد يكون الاختبار النهائي للمنظومة الثنائية الوثيقة هو رصد الحركات المدارية لعنصريها مباشرة. وسيتطلب إنجاز كهذا عقودًا من المراقبة بـVLBI، حتى في حالة المنظومة 0402+379 التي تتصف بدورة مدارية متوقَّعَة تساوي 150,000 سنة، إلا أنه من الممكن تحقيق ذلك في غضون بضع سنوات فقط، إذا أمكن العثور على منظومة أوثق. ■

جريج تايلور يعمل في قسم الفيزياء والفلك بجامعة نيومكسيكو 87131، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: gbtaylor@unm.edu

1. Helmboldt, J. F. *et al. Astrophys. J.* **658,** 203–216 (2007).
2. Condon, J., Darling, J., Kovalev, Y. Y. & Petrov, L. *Proc. 11th Asian-Pacific Regional IAU Meet., NARIT Conf. Ser.* Preprint at http://arXiv.org/abs/1110.6252 (2011).
3. Deane, R. P. *et al. Nature* **511,** 57–60 (2014).
4. Hughes, S. A. *Ann. Phys.* **303,** 142–178 (2003).
5. Detweiler, S. *Astrophys. J.* **234,** 1100–1104 (1979).
6. http://nanograv.org/
7. Rodriguez, C. *et al. Astrophys. J.* **646,** 49–60 (2006).
8. Begelman, M. C., Blandford, R. D. & Rees, M. J. *Nature* **287,** 307–309 (1980).
9. Milosavljević, M. & Merritt, D. *Astrophys. J.* **563,** 34–62 (2001).
10. Smith, K. L. *et al. Astrophys. J.* **716,** 866–877 (2010).
11. Gaskell, C. M. *Nature* **463,** E1–E2 (2010).

سحب أوراق بحثية

تم سحب بحثيّ هـ. أوبوكاتا "استحثاث تعدد القدرات في الخلايا الجسدية" (H. Obokata *et al. Nature* **505**, 641- 647; 2014) و "الإمكانية النمائية ثنائية الاتجاه للخلايا المبرمجة المكتسبة لصفة تعدد القدرات" (H. Obokata *et al. Nature* **505**, 676- 680; 2014) اللذين نُشر ملخصهما في دورية *Nature* الطبعة العربية عدد مارس الماضي في صفحة 82 لاختلاف حول دقة النتائج وقابليتها للتكرار.



خمسون عامًا مضت

" برغم كل النقص في معارفنا، أعتقد أننا الآن بصدد تكوين فهم شامل للوسائل الفاعلة في التأثيرات المسرطنة الكيميائية والفيزيائية والفيروسية والجينية الصرفة". كتب هذه الكلمات الشجاعة مؤخرًا البروفيسور ألكساندر هادّو في تقديمه لعدد حديث من النشرة الطبية البريطانية *British Medical Bulletin*. لقد كانت التصريحات المشابِهة في الماضي سابقة لأوانها، إلا أن الثلاث عشرة مقالة المراجَعَة، التي قدَّمها توفر بعض المبررات لتفاؤله. فهو يشعر بأن هذه العمليات يمكن مع مرور الوقت أن تكشف بدقة كيميائية عن الفوارق بين الخلايا العادية والسرطانية، في كل من المستويين السيتوجيني والخلوي.

من *Nature*، عدد 4 يوليو 1964.

مئة عام مضت

لدى قراءتي لمقالة السيد كانّينجهام، أدهشتني نقاط عدة، ربما تحتاج إلى بعض الإيضاح. هل هذه الصعوبات متأصلة في "مبدأ النسبية"، وفقًا لما هو مفهوم عمومًا، أم أنها عائدة فقط إلى أنني اعتدت لبعض الوقت النظر إلى المسألة من وجهة نظر مختلفة؟ وهو ما أعتقد أنه يحلّ هذه الصعوبات. هذا ما لا أستطيع الجزم به. إيه. إيه. روبّ.

يجب أن يكون واضحًا تمامًا أن المقالات التي أشار إليها السيد روبّ كانت قد كُتبت بقصد إظهار الحاجة إلى مراجعة الأفكار الشائعة عن المكان والزمان، إلا أن المقالات لم تدَّعِ أنها تصف بالتفصيل خطة منطقيةَ عن الحركة الكونية. وعَمَل السيد روبّ القادم ـ الذي يحاول التطرق إلى ذلك ـ مُنتظَر بكثير من الاهتمام.

رئيس التحرير

من *Nature*، عدد 2 يوليو 1914.

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 12 يونيو 2014

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 12 يونيو من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

الكيمياء حيوية

أملاح حمض الفوليك تولِّد عامل اختزال

إنّ فوسفات ثنائي نكليوتيد النيكوتين والأدينين المختزل NADPH هو مرافق الإنزيم الذى ينخرط في عديد من عمليات الأكسدة والاختزال في الخلايا، بما في ذلك تكوُّن الدهون، والإجهاد المؤكسد، ونمو الأورام. يُعَدّ أقصر الطرق لإنتاج NADPH من الجلوكوز هو عَبْر مسار بنتوز (سكر خماسي الكربون) فوسفات التأكسدي. وفي هذه الدراسة، استخدم الباحثون منهجيات أيضيّة مختلفة لتقدير إنتاج NADPH، وتدفق الاستهلاك في خلايا الثدييات المتكاثرة. وأظهروا أن فوسفات ثنائي نكليوتيد النيكوتين والأدينين المختزل NADPH يمكن أن يُنتَج أيضًا عندما يتأكسد الميثيلين رباعي هيدروفولات إلى 10 فورمايل-رباعي هيدروفولات. وهذا غير متوقع، لأن أيض الفولات لم يتم التعرف عليه سابقًا كمصدر مهم لفوسفات ثنائي نكليوتيد النيكوتين والأدينين المختزل NADPH. وهذا مثير للاهتمام، لا سيما في ضوء أهمية الحمض الأميني سيرين، وكذلك جلايسين ـ أهم مصادر الكربون لهذا المسار المعتمد على حامض الفوليك ـ في نمو السرطان.

Quantitative flux analysis reveals folate-dependent NADPH production

J Fan *et al*

doi:10.1038/nature13236

الوراثة الجزيئة/ فيسيولوجيا الدم

التحرير الجيني للخلايا الجذعية البشرية

استُخدمت تكنولوجيا إضافة الجينات لعلاج بعض الأمراض الوراثيّة، لكن لا تزال السُّمِّيَّة تمثِّل مشكلةً كبرى. هذا يجعل إصلاح الجينات ـ الذي يستهدف الجينات المعيبة فقط ـ بديلًا جذابًا. وهنا، يُورِد لويجي نالديني وزملاؤه تحرير جينوم مُستهدَف في الخلايا الجذعية البشرية المنتجة للدم (HSCs). وقد تغلَّبوا على العوائق الموجودة سابقًا عن طريق تفصيل مِنَصّات توريد وتهيئة ظروف الاستنبات. وتتجلى الإمكانات العلاجية للاستراتيجية في إدراج حمض نووي متمِّم (cDNA) تصحيحي في بقعة طفرية ساخنة من جين *IL2RG* في الخلايا الجذعية المنتِجة للدم من متبرِّعين أصحاء، ومن شخص مصاب بداء العوز المناعي المشترك الشديد المرتبط بالكروموزوم X (SCID-X1). أعطت الخلايا الجذعية المنتجة للدم المحرَّرة جينيًّا خلايا ليمفاوية وظيفية مع ميزة نمو انتقائي على أولئك الذين يحملون طفرات *IL2RG* الخطيرة.

Targeted genome editing in human repopulating haematopoietic stem cells

P Genovese *et al*

doi:10.1038/nature13420

علم الأعصاب

تغيُّر القشرة الحركية أثناء التعلُّم

كيف يتعلم الدماغ صنع حركات الجسم التكيفية؟ إنه سؤال محوري في علم أعصاب النظر. ويُعتقد أن التعلم الحركي يقود لُدُونة دراماتيكية في الدوائر الحركية، لكن مدى هذه اللدونة العصبية في التجمعات الكبيرة من الخلايا العصبية غير واضح. فقد استخدم تاكاكي كوماياما وزملاؤه تقنيات تشتمل على مؤشر الكالسيوم المرمَّز وراثيًّا، والتصوير ثنائي الفوتون المزمن في الجسم الحي للقشرة الحركية أثناء مهمة التعلم الحركي للأطراف الأمامية في الفئران لمدة أسبوعين؛ ووجدوا أن النشاط العصبوني التثبيطي مستقر نسبيًّا خلال التعلم الحركي، بينما اللدونة العصبونية الاستثارية هي الأكثر ديناميكية. وتشير النتائج إلى أن عددًا كبيرًا من العصبونات يُظْهِر تغييرات في مستوى النشاط في وقت مبكر خلال التعلم الحركي، ولكن يتم صقل هذا التجمع مع الممارسة اللاحقة.

Emergence of reproducible spatiotemporal activity during motor learning

A Peters *et al*

doi:10.1038/nature13235

علم المواد

ماس نانوي يجمع بين الصلادة والثبات

حتى الماس له حدوده عند استخدامه بأدوات لقطْع وتشكيل أصلد المواد. لذلك.. فكَّرَ علماء المواد في تخليق مواد أصلد من الماس الطبيعي، ويفضل أن تكون ذات ثبات حراري أعلى. يبدأ الماس الطبيعي في التأكسد في الهواء عند حوالي 800 درجة مئوية، مما يجعله يعاني التآكل عند درجات الحرارة المرتفعة. وقد نجحت محاولات زيادة صلادة الماس باختزال حجم حبيباته، لكن كانت تكلفة ذلك ثباتًا حراريًّا أكثر فقرًا. هذا وقد أورد يونج جون تيان وزملاؤه تقريرًا حول تخليق ماس صناعي فائق الصلادة، ومُعزّز الثبات الحراري بشكلٍ هائل بدرجة حرارة تأكسد تفوق 1000 درجة مئوية.

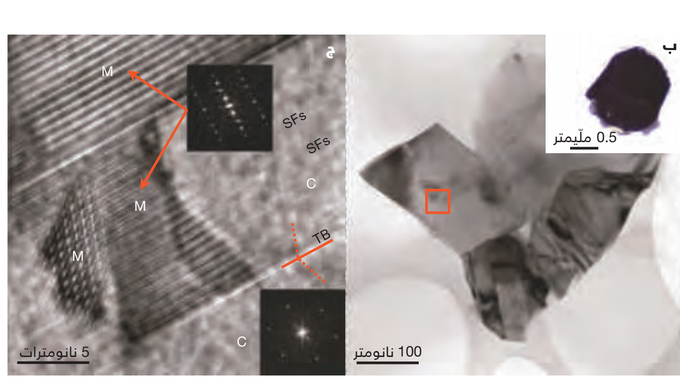
تم تركيب تلك المادة باستخدام جسيمات الكربون النانوية كطلائع له. ويدين هذا الماس بصلادته المُعزَّزة إلى بِنْيَة نانوية المقياس، لا تتكون من حبيبات دقيقة، بل تتكون من "توائم" من البلورات، هي نطاقات من الشبكات البلورية التي يربط بينها التناظر. وتشير تلك النتيجة التي تتبع خط نجاح مشابه يخص نيتريدات البورون المكعبة النانوية التوأمية إلى نهْج عام لصنع مواد جديدة متطورة قائمةً على الكربون، ذات خواص استثنائية.

Nanotwinned diamond with unprecedented hardness and stability

Q Huang *et al*

doi:10.1038/nature13381

الشكل أسفله | جسيمات الكربون القشرية النانوية، وعينة كاملة مُخلَّقة عند 10 جيجا باسكال، و1850 درجة مئوية. أ، صورة مجهر انتقال إلكتروني عالية الدقة (HRTEM) لجسيمات كربون نانوية قشرية. **ب،** صورة مجهر انتقال إلكتروني لعينة تُظهِر بنية مجهرية نانوية مُتوأمَة. الصورة المُرفَقَة: تصوير للعينة السوداء المعتمة (ذات قطر 2 مليّمتر). **د،** صورة مجهر انتقال إلكتروني عالية الدقة للمنطقة المُميَّزة بالمربع الأحمر في (ب). تُشكِّل نطاقات الماس (C) المكعبة المتلاصقة تخومًا توأمية {111}. العديد من نطاقات الماس من النوع M مصحوبة بتوائم ماس مكعبة تحتوي صدوع تراص (SFs). تم توضيح تحويلات فورييه السريعة للماس M – والماس المكعب بالصور المرفقة العلوية والسفلية على التوالي، لتشير إلى أن شبيكات الماس من النوع م والماس المكعب مترابطة.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البيولوجيا الجزيئية

استهداف سرطان البروستاتا

إنّ مُرَكَّبَات الجزيء الصغير التي تستهدف عوامل الكروماتين لنطاق (BET) ـ مثل BRD4 ـ أتت مؤخرًا إلى الصدارة كعوامل محتملة مضادة للسرطان في عديد من أنواع السرطانات. ومؤخرًا، أثبت أرول شينايان وزملاؤه فعالية مركب JQ1 الذي يستهدف عامل BRD4 في سرطان البروستاتا المقاوِم للاستئصال، مدفوعًا بعمل مستقبِل الأندروجين منعدم التنظيم. ووجدوا تثبيط نمو ورم الطعم الأجنبي في الجسم الحي في نموذج الفأر من خلال الآلية التي تُظْهِر أنها تَهَب مركب JQ1 فاعلية أكبر من مضادات مستقبِل الأندروجين الكلاسيكية. ويمكن للإخصاء السيطرة على بعض أنواع سرطان البروستاتا، عن طريق خفض مستويات الهرمونات الجنسية الذكورية، ولكن يمكن أن تصبح الأورام مقاومة. وتشخيص سرطان البروستاتا المقاوِم للاستئصال ضعيف عمومًا. ويستهدف هذا العمل المنشطات المصاحبة، أو وسطاء نقل إشارات نسخ مستقبِلات الأندروجين، كاستراتيجية علاجية بديلة ممكنة.

Therapeutic targeting of BET bromodomain proteins in castration-resistant prostate cancer

I Asangani *et al*

doi:10.1038/nature13229

السيطرة على كسور الشريط المزدوج

إن مواضع الكسور في الشريط المزدوج للحمض النووي (DSBs) لديها القدرة على إلحاق الضرر ـ وإنْ كان أحيانًا ـ أثناء الانقسام الاختزالي وتشكيل الجلوبيولين المناعي، وعلى سبيل المثال.. يكون حدوث مثل هذه الكسور "المبرمجة" ضروريًّا للوظيفة الخلوية الطبيعية. بحثت دراسة جديدة أجراها سكوت كيني وزملاؤه في كيفية السيطرة على عدد من هذه الكسور المبرمجة في الانقسام الاختزالي لخلايا الخميرة، ووجدوا مسارين متميِّزَيْن وراثيًّا، ارتبط أحدهما بالانخراط الناجح في الكروموزومات المتماثلة، والآخر مرتبط بتنظيم دورة الانقسام الاختزالي للخلية. وتنخرط بروتينات ZMM في هذه العملية الأخيرة، وهي مجموعة من البروتينات المشاركِة في الرقابة على عمليات العبور الوراثي الاختزالي، وكان يُعتقَد في السابق أنها تعمل فقط في اتجاه الكسر نفسه بالحمض النووي.

Homologue engagement controlsmeiotic DNA break number and distribution

D Thacker *et al*

doi:10.1038/nature13120

شرايين كبيرة تغذي الطعم
أوعية أخرى في عضلة القلب
أوعية الطعم الصغيرة
مخطط الطعم على طول سطح الشريحة

علم الخلية

التجديد الجزيئي في القلب المصاب

أثبتت الخلايا الجذعية البشرية متعددة القدرات قدراتها على توليد الخلايا العضلية القلبية، وتمت دراستها بشكل مكثف لاستخدامها في إصلاح القلب المصاب، لكن لا يزال هناك طريق طويل لنقطعه قبل أن يصبح الطب التجديدي القلبي حقيقة واقعة. ففي دراسته، اختبر تشارلز موري وزملاؤه قدرة تطعيم الخلايا العضلية القلبية المشتقة من الخلايا الجذعية الجنينية البشرية (hESC-CMs) على عضلة قلب المضيف في نموذج أشباه البشر من احتشاء عضلة القلب. وأثبتوا إعادة تكون عضلات القلب على نطاق واسع، واقترانًا كهروميكانيكيًّا للطُعم في القلب والأوعية الدموية للمضيف، وتكون الأوعية للطُعم من أوعية المضيف. وأظهرت الطعوم دليلًا على اقتران كهروميكانيكي، مع ملاحظة عدم انتظام ضربات القلب غير المميتة في الخلايا الجذعية الجنينية لتلك المخلوقات أشباه البشر المُطَعَّمة.

Human embryonic-stem-cell-derived cardiomyocytes regenerate non-human primate hearts

J Chong *et al*

doi:10.1038/nature13233

الشكل أعلاه | الأوعية الدموية تمتد من الشبكة التاجية للمضيف إلى الطعم. أ-ج، التصوير المقطعي الحاسوبي الميكروي المجسد ثلاثي الأبعاد من قلب مشبع بالميكروفيل بعد 3 أشهر من حقن الخلايا الجذعية الجنينية البشرية (hESC-CMs). **ب،** منظر عالي التكبير من مساحة منفصلة مربعة من **أ-ج،** مستوى قطاع عرضي خلال القلب في موضع الخط المنقط في **أ.** الشرايين المشبعة في الطعم حمراء اللون، والأوعية الأخرى رمادية اللون في أنسجة القلب السليمة، أو بيضاء اللون داخل الطعم **د،** قطاع نسيجي في القلب كما هو موضح في **أ – ج** صُبِغَ مناعيًا بأجسام مضادة للبروتينات الفلورية الخضراء لتوسيم طعم الخلايا الجذعية الجنينية البشرية (hESC-CMs) (البني). يقابل هذا القطاع موضع المقطع العرضي نفسه في **ج.** تمثل النقط السوداء الميكروفيل داخل الأوعية التّاجيّة.

التنسيق بين إنزيمات بوليميراز/ هيليكاز

أثناء تضاعف الحمض النووي، يسبق كل إنزيم بوليميراز إنزيم هيليكاز الذي يمزق الشريط المزدوج، بتوجيههما إلى مكائن الجديلة الطليعية والجديلة المتأخرة. تبحث هذه الدراسة ـ بالتعاون بين مختبرات لوكا بيليجريني، وأليساندرو كوستا، وكريم لبيب ـ الأساس البنيوي لعمل بروتين الخميرة Ctf4 الذي يربط مكونات الجُسيم المكرر replisome (الريبليسوم هو آلة جزيئية معقدة، تقوم بتنفيذ تناسخ الحمض النووي) لإنزيم هيليكاز الحمض النووي، وإنزيم بوليميراز الحمض النووي. حدَّدَ الباحثون كيف يقترن Ctf4إنزيم هيليكاز الحمض النووي، وCdc45-MCM-GINS إلى بوليميراز α. تستخدم وحدة فرعية GINS لإنزيم هيليكاز، وإنزيم بوليميراز تفاعلًا مماثلًا لتقييد Ctf4. وبما أن Ctf4 مكون من ثلاثة أجزاء، فيمكن لإنزيمي بوليميراز أن يقترنا في الوقت نفسه بإنزيم هيليكاز واحد خلال توليف الجديلة المتأخرة.

A Ctf4 trimer couples the CMG helicase to DNA polymerase α in the eukaryotic replisome

A Simon *et al*

doi:10.1038/nature13234

علم الفلك/ علوم النانو

مرصد "ألْما" يُلقِي ضوءًا على (GRBs)

تُورِد هذه الدراسة تقريرًا حول الكشف الأول لخط انبعاث أول أكسيد الكربون (CO) – مقتفي أثر الغازات الجزيئية - للمجرّات المُضيفة لدفقات أشعة جاما طويلة الفترة (GRBs). ترتبط تلك الدفقات بانفجار النجوم الهائلة، ويُتوقع سكونها بمناطق تكوين النجوم، لكن هذه هي الملاحظة الأولى لدفقة تُوضع بخزان غاز جزيئي، موفِّرة الوقود لتكوين النجوم. أورَد بونيو هاتسوكاد وزملاؤه تقريرًا حول ملاحظات مرصد ألما (مصفوف مرصد أتاكاما الملِّيمتري/ تحت الملِّيمتري الكبير) لخط انبعاث أول أكسيد الكربون المُحلَّلة مكانيًّا، وكذلك الانبعاث المتصل ـ ملليمتري الطول الموجي ـ بمجرتين مُضيفتين، عند حيود حمراء z = 0.41، وz = 0.81. تحدث الدفقات بمنطقة غنية بالغبار، حيث يكون الغاز الجزيئي شحيحًا،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ليوضح بذلك أن اندثار الغبار قد يفسِّر الشذوذ الواضح لدفقات أشعة جاما "المعتمة" (GRBs)، التي تكون مضيئة بانبعاثات أشعة جاما والأشعة السينية، ولكنها تنقل ضوءًا مرئيًّا بسيطًا، أو قد لا يكون موجودًا على الإطلاق.

Two γ-ray bursts from dusty regions with little molecular gas

B Hatsukade *et al*

doi:10.1038/nature13325

علم الفيزياء/ علم الفلك

النيوترينـو محدود الكتلة

النيوترينوات هي جسيمات مثيرة للفضول. فهي ـ تبعًا للنموذج المعياري لفيزياء الجسيمات ـ ينبغي أن تكون عديمة الكتلة، بَيد أن التجارب تبيِّن أنها تمتلك كتلة، ويمكن تفسيرها بشكل طبيعي إذا افترضنا كون النيوترينوات تنتمي إلى فيرميونات ماجورانا Majorana fermions، وهي جسيمات تُعَدّ ـ في حد ذاتها ـ مضادة لنفسها. وإحدى طرق البرهنة على هذا التخمين قد تكون رصْد نيوترينو أقل من حيث تحلُّل بيتا المُضاعَف، وهي عملية نووية يمكن أن تحدث في العديد من الأنوية المختلفة. يضع هنا الباحث حدًّا لنصف العُمر، يساوي 1.1 x 10 (لمدة 25 عامًا) لتلك العملية بنظير غاز الزينون - 136 النبيل، وذلك اعتمادًا على بيانات جديدة مرتفعة التعرض من كاشِف من النوع EXO-200، حيث وُضعت أقصى حدودها الزينون – 136 كاختبار مهم للبحث عن تحلُّل بيتا المُضاعف عديم النيوترينو.

Search for Majorana neutrinos with the first two years of EXO-200 data

J Albert *et al*

doi:10.1038/nature13432

الشكل أعلاه | مقارنة بين توزيعات بيانات الطاقة والمسافة المواجهة لمصدر معايَرة من الراديوم226 بأحداث من النوع SS. تم توضيح بيانات (النقاط السوداء) ومحاكاة (الخط الأزرق) الطاقة (اللوحة الأساسية) والمسافة المواجهة (الصورة المُلحَقة)، بحيث يكون تعداد كل منهما مُعايرًا. مصدر المُعايرة عند موضع قريب من الكاثود خارج غرفة الإسقاط الزمني (TPC). مجالات الخطأ هي ± 1 انحراف معياري.

الكيمياء الحيوية/ الوراثة

إنزيم SMYD3 هدفًا مضادًّا للسرطان

إنّ SMYD3 هو إنزيم ناقلة الميثيل ليسين السيتوبلازمي، الذي يُعَبَّر عنه بإفراط في عديد من الأورام البشرية. وتُوردِ هذه الدراسة أن هذا الإنزيم مطلوب لنمو الورم المستحث بـRas في نماذج الفئران. إنّ الإنزيم يُمَيْثِل MAP3K2، الذي يثبط تقييد إنزيم الفوسفاتيز، ويقوِّي مسار الإشارات Ras-Raf. وتكشف هذه النتائج عن دور غير متوقَّع لمثيلة الليسين في مسار تأشير الكينيز، وتؤسس لاستخدام SMYD3 كهدف علاجي محتمل.

SMYD3 links lysine methylation of MAP3K2 to Ras-driven cancer

P Mazur *et al*

doi:10.1038/nature13320

فيسيولوجيا الدم

تكامُل الخلايا الجذعية المكوِّنة للدم

يستمر بقاء الخلايا الجذعية المكوِّنة للدم طوال العمر الافتراضي للكائن الحي؛ من أجل الحفاظ على قدرة التجديد الذاتي للدم. ويَعْرِض تضافُر طول العمر مع الإمكانيات الكامنة للتكاثر خطرَ انقسام الخلايا غير الملائم الذي يمكن أن يحدث في حالة تلف الخلايا الجذعية بسبب أحد أنواع الإجهاد. وتصف هذه الدراسة آلية تزيل الخلايا الجذعية التالفة نتيجةً للإجهاد من الدم. أظهر جون ديك وزملاؤه أن الخلايا الجذعية المنتجة للدم تميل إلى إجهاد الشبكة الإندوبلازمية بواسطة موت الخلايا المبرمَج، بالمقارنة بالأسلاف في وقت مبكر.

The unfolded protein response governs integrity of the haematopoietic stem-cell pool during stress

P Galen *et al*

doi:10.1038/nature13228

علم المناخ/ علم النبات

امتداد مواسم النمو، بسبب ارتفاع CO_2

تُعزَى إطالة مواسم نمو النباتات بالمناطق المعتدلة والقطبية في الأعوام الأخيرة إلى ارتفاع درجات الحرارة، لكن التأثير على الأنواع الفردية يمكن أن يكون لتحريك موسم النمو إلى الأمام، وليس إطالته بالفعل. يُبيِّن الباحثون في سلسلة من تجارب الاحترار وإثراء ثاني أكسيد الكربون بالأراضي العشبية المعتدلة بيومنج أن ارتفاع درجة الحرارة يحرِّك موسم نمو النباتات التي تعطي أوراقًا بشكل مبكر، في حين أن الأنواع التي تفعل هذا في آخر الموسم تمتد دورة حياتها، مما يؤدي إلى موسم نمو أكثر طولًا. وقد عُزِّز التأثير الأخير من خلال ثاني أكسيد الكربون المتزايد، خاصة حين يكون الحصول على المياه محدودًا.

Elevated CO_2 further lengthens growing season under warming conditions

M Reyes-Fox *et al*

doi:10.1038/nature13207

علم المناخ

التنبؤ بالظواهر المناخية المتطرِّفة

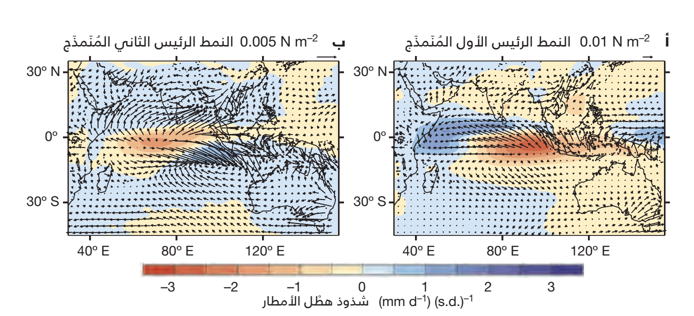
تكون البلدان بمنطقة جنوب المحيط الهندي الاستوائية عُرضَة للفيضانات والجفاف بشكل واسع النطاق في الأعوام التي تكون فيها دورة مناخ المحيط الهندي ثنائي القطب (IOD) في أقصى حدود طوره الموجب. يظهر الماء الدافئ في تلك الأعوام العِجاف ـ كأعوام 1961، و1994، و1997 ـ في الجزء الغربي للحوض، ويرتفع هَطْل الأمطار، بينما يسود انخفاض هَطْل الأمطار بمياه الشرق الأكثر برودة. يُقيِّم هنا وينجو كاي وآخرون توقعات نموذج المناخ في حالة سيناريو انبعاثات غاز احتباس حراري مرتفعة، وقد وجدوا أنه من المرجح أن ترتفع وتيرة المحيط الهندي ثنائي القطب في أقصى حدوده الموجبة من حدثٍ واحد لكل 17 عامًا وربع العام عبر القرن العشرين إلى حدث واحد لكل 6 أعوام وربع العام خلال القرن الواحد والعشرين.

Increased frequency of extreme Indian Ocean Dipole events due to greenhouse warming

W Cai *et al*

doi:10.1038/nature13327

الشكل أسفله | شكل متعدد النماذج، يجمع متوسط أنماط التباين الرئيسية لأمطار موسم الربيع الجنوبي. أ،ب، أنماط التباين الرئيسة الأولى والثانية للأمطار الشاذة، مقارنةً بفترة "المقارنة " (1900 – 1999)، التي تم تعيينها من خلال تطبيق تحليل دالة التعامد التجريبية EOF على الحالات الشاذة لسقوط الأمطار بالمنطقة الاستوائية (10º جنوبًا - 10º شمالًا، 40º شرقًا - 100º شرقًا). لاحظ مقاييس المتجهات المختلفة بـ (أ) و (ب). تم تعيين متجهات النمط المصاحب وإجهاد الرياح لما وراء النطاق من خلال الانحدار الخطي على المتسلسلة الزمنية لدالة التعامد التجريبية. يشير المقياس اللوني إلى هطْل الأمطار بالملّيمتر لكل يوم لكل وحدة انحراف معياري. التغير؛ تشير خطوط كونتور الزرقاء أو الحمراء إلى تزايد أو تناقص هطول الأمطار.



الوراثة

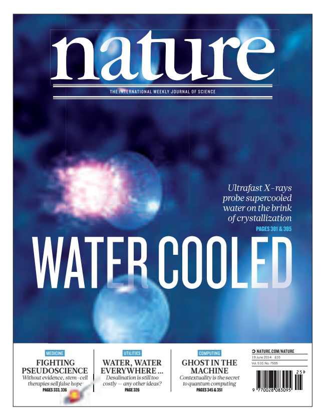
عَوَز مناعي جديد

أدَّت دراسة عديد من الأُسَر غير ذات الصلة، المعرَّضة للأمراض الفيروسية المتكررة، ولكنها من الأُسَر التي تم استبعاد نقص المناعة الأولية المعروفة منها، إلى كَشْف وجود عَوَز مناعي بشرى موروث جديد، وتمييز مسار جزيئي لازم لتعظيم استجابة مناعية فعّالة ضد مسبِّبات الأمراض. تقترن طفرات فقدان الوظيفة في جين إنزيم سينثاز1 ثلاثي الفوسفات النيوكليوتيد سيتيدين(CTPS1) بضعف انتقائي شديد لتكاثر الخلايا التائية بعد الاستثارة بالمستضد، مما يحدِّد هذا الإنزيم كنقطة اختبار حرجة في المناعة التكيفية. لا يستحث عوز إنزيم سينثاز1 ثلاثي الفوسفات النيوكليوتيد سيتيدين (CTPS1) حالات شاذة لأنماط ظاهرية أخرى، حيث تشير هذه النتائج إلى أن إنزيم CTPS1 يمكن أن يكون هدفًا صالحًا للتداوي؛ لتثبيط الاستجابات غير المرغوب فيها.

CTP synthase 1 deficiency in humans reveals its central role in lymphocyte proliferation

E Martin *et al*

doi:10.1038/nature13386



غلاف عدد 19 يونيو 2014

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 19 يونيو من دوْريّة "*Nature*" الدولية.

الفيزياء

التفاعل المغناطيسي بين الإلكترونات

يحمل كل إلكترون عزمًا مغناطيسيًّا ذاتيًّا ثنائي القطب، ولذلك.. فأيّ إلكترونين ينبغي لهما إحداث قوى مغناطيسية على بعضهما. تلك القوى المُتضمّنة تكون في منتهى الصغر، وعند النطاق الذري يكون تنافر كولوم هو المهيمن، ولذلك.. فمن العسير بشدة ملاحظة التفاعل المغناطيسي. أنجز شلومي كوتلر وآخرون ذلك الآن، حيث قاموا بقياس التفاعل بين إلكترونين، وذلك بأيونات سترونشيوم – 88 منفصلة ومحصورة. أبدى الإلكترونان تركيب تشابك غزلي عبر 15 ثانية من التطور المترابط. وقد برهن الباحثون على اعتماد المسافة المتسقة مع قانون التكعيب العكسي المعروف، وذلك بتغيير المسافة الفاصلة بين الإلكترونات.

Measurement of the magnetic interaction between two bound electrons of two separate ions

S Kotler *et al*

doi:10.1038/nature13403

علم الأورام

مثبطات تحدّ من نشاط الخلايا التائيّة

يبيِّن هذا البحث أن الشكل المُنَاظِر p110δ من فسفوإينوزيتيد3–OH كيناز (PI(3)K) مطلوب بشكل دقيق للوظيفة الكابِتَة للمناعة في الخلايا التائيّة التنظيمية (T_{regs}). وتعطيل p110δ في الخلايا التائية التنظيمية T_{regs} يؤدي إلى تعزيز وظيفة الخلايا التائية السامة للخلايا، ويحدّ من نمو الورم والانبثاث (نقيلة، نمو ثانوي لورم خبيث) في مجموعة متنوعة من نماذج أورام الفئران. ويحدد هذا الاكتشاف p110δ كهدف كيناز قابل للاستهداف الجينومي بالعقاقير، يعزز تثبيطه إمكانات كبت السرطان للنظام المناعي.

Inactivation of PI(3)K p110d breaks regulatory T-cell-mediated immune tolerance to cancer

K Ali *et al*

doi:10.1038/nature13444

عوامل خاصة بالأنسجة تؤثر على اللوكيميا

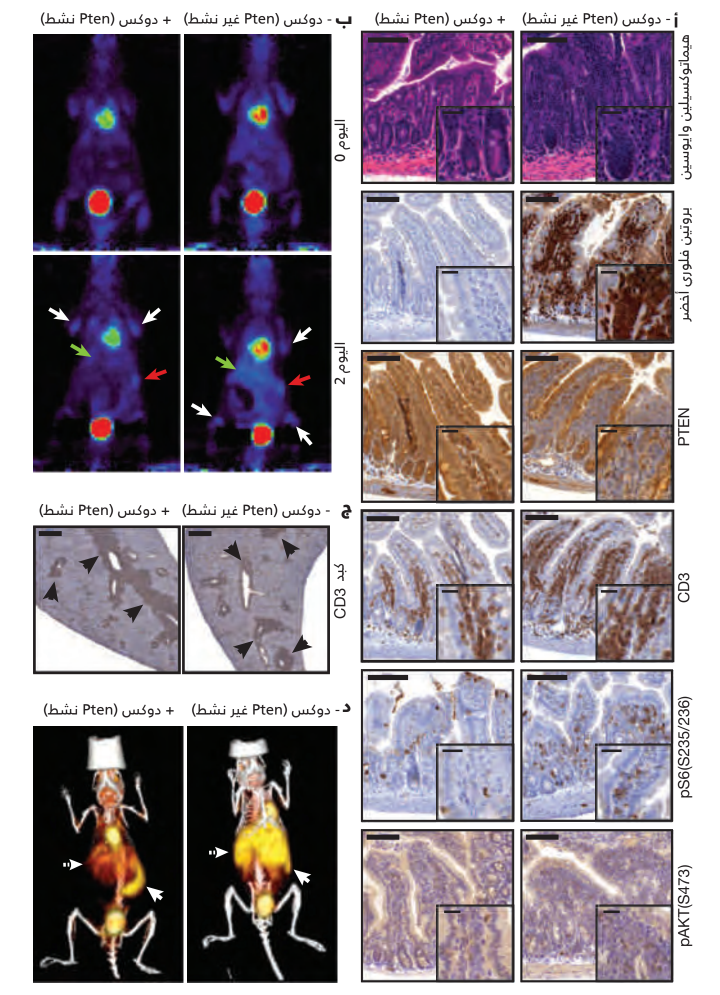
إن تعطيل جين «*PTEN*» الكابح للورم يؤدي إلى التنشيط التأسيسي لتأشير فوسفاتيدايلينوستول 3 كيناز (PI3K)، وهو متكرر في السرطان، بما في ذلك اللوكيميا. استخدَم سكوت لوي وزملاؤه نهجًا قائمًا على تدخل الحمض النووي الريبي؛ لتثبيط التعبير الجيني (RNAi)؛ من أجل توليد نموذج فأر جديد للوكيميا عديمة الجين *PTEN* من الخلية التائية التي بها يمكن أن ينظم تعبير جين *PTEN* بشكل مشروط في الجسم الحي، عن طريق إضافة أو سَحْب الدوكسيسيكلين. وباستخدام هذا النموذج، أظهر الباحثون أن فقدان جين *PTEN* له تأثير قليل على حمولة الورم في الأعضاء المنتجة للدم، ولكنْ إعادة تنشيط جين *PTEN* تقلل انتشار الورم إلى الأمعاء التي يتم تضخيمها عند فقدان جين *PTEN*، مما يدل على أهمية البيئة الميكرويّة للورم في إعداد قصور جين *PTEN*. تنطوي هذه النتائج على حاجة العلاج إلى أن يكون مصممًا خصيصًا، ليس فقط للتركيبة الجينية المحددة للورم، لكنْ أيضًا بالأخذ في الاعتبار البيئة الميكرويّة، التي قد تختلف بين المواقع المختلفة لانتشارها.

PTEN action in leukaemia dictated by the tissue microenvironment

C Miething *et al*

doi:10.1038/nature13239

الشكل أسفله | تأثيرات إعادة تنشيط جين PTEN المتعلق بالنسيج على تأشير PI3K. أ، قطاعات في الأمعاء الصغيرة من خلايا الفئران shPten T-ALL المزروعة (مطعمة بنسيج حي جراحيًّا) ± دوكس (المضاد الحيوي الدوكسيسيكلين) مصبوغة بهيماتوكسيلين وايوسين (H&E) أو IHC للجزيئات المشار إليها. وتظهر مقاطع ممثلة لواحد من 3 فئران لكل مجموعة. مقياس البار، 100 مم ، 20 مم في الصور الملحقة. **ب،** تحليل 18F-FDG PET متسلسل لخلايا الفئران shPten T-ALL المزروعة قبل، ويومين بعد بداية العلاج بالمضاد الحيوي دوكس. الأسهم البيضاء، نخاع العظم؛ السهم الأحمر، الطحال؛ السهم الأخضر، الكبد / الأمعاء. وتظهر صور ممثلة لاثنين من أصل 12 فأرًا تم تحليلها. **ج،** صباغة CD3 IHC رشائح ورم shPten في كبد فئران ± دوكس بعد 4 أيام من بدء العلاج (n = 3 لكل مجموعة). تسلط السهام الضوء على رشائح الورم +CD3. مقياس البار، 500 مم. **د،** تحليل F-FDG PET/CT لخلايا الفئران shPten T-ALL المزروعة ± دوكس بعد 4 أيام من بداية العلاج بدوكس. السهم الكامل، الطحال؛ سهم متقطع، الكبد / الأمعاء. تظهر صور تمثيلية من اثنين من أصل ستة فئران تم تحليلها.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الكيمياء الحيوية

تتبُّع تبايُن التعبير الجيني

تقدِّم الترانسكريبتوميات وحيدة الخلية ذات الإنتاجية العالية نهجًا غير متحيز لفهم تباين التعبير الجيني بين الخلايا. وهنا، يعرض أفيف ريجيف وزملاؤه مكتبات تتابعات الحمض النووي الريبي لخلية واحدة، تم الحصول عليها من الخلايا التغصنية المستمدة من نخاع العظام الأولي لفأر، التي تتعرض لاضطرابات متنوعة، بما في ذلك تحفيز الخلايا الفردية المعزولة في غرف موائع جزيئية، والتعديلات الوراثية والكيميائية لإشارات نظير الصَّمَّاوي. تُظْهِر النتائج كيف يتم التحكم في وحدات الاستجابة المضادة للفيروسات والالتهاب في الخلايا التغصنية من قِبَل حلقات ردود فعل نظير الصَّمَّاوي بين الخلوية السلبية والإيجابية التي تعزز وتضبط التباين.

Single-cell RNA-seq reveals dynamic paracrine control of cellular variation

A Shalek *et al*

doi:10.1038/nature13437

إدراج السكر الكبريتي في المنتجات الطبيعية

تُوجد ذرة الكبريت في عديد من مركّبات الأيض الثانوية، لكنه ليس من الواضح كيف يتم إدماجها في هذه المنتجات الطبيعية. حدَّد هونج ون ليو وزملاؤه نظيرًا لإنزيم ثيازول سينثاز BexX، يشارك في التخليق الحيوي للمضاد الحيوي BE-7585A يحفز إنزيم BexX .2-thiosugar تحويل الجلوكوز 6 فوسفات إلى 2 ثيوجلوكوز بواسطة اختيار البروتينات الناقلة للكبريت من مسارات التخليق الحيوي للموليبدوبتيرين، أو السيستين، حيث إن مجموعة جينات التخليق الحيوي للمضاد الحيوي BE-7585A لا تحتوي على جين لحامل الكبريت. يمثل اختطاف أنظمة نقل الكبريت من مسارات الأيض الأساسي لتسهيل التخليق الحيوي لمنتج طبيعي ارتباطًا غير عادي بين الأيض الأوّلي والثانوي.

Co-opting sulphur-carrier proteins from primary metabolic pathways for 2-thiosugar biosynthesis

E Sasaki *et al*

doi:10.1038/nature13256

الشكل أعلاه | تباينات الهبوط الانحداري v_p/v_s للقشرة القوس أمامية الفوقيّة بكاسكاديا الشمالية. البيانات الاهتزازية (المربعات الصفراء؛ أشرطة خطأ بانعدام يقين. (1σ) الاتجاه الخطي لـ v_p/v_s كدالة في عمق واجهة الصفيحة يُستخدم بحيث يتناسب مع موضع التحلل اللوغاريتمي (الخط الأحمر المصمت) لحدوث الانزلاق دوريًّا على طول الانحدار. تبين خطوط الكونتور الزرقاء دالة الكثافة الاحتمالية على فترات متساوية (0.01) لمدى الانحدارات الخطية التي تم الحصول عليها من التحليل التمهيدي للاتجاه، حيث تكون احتمالية الأزرق المعتم أعلى من تلك الخاصة بالأزرق الشاحب. تُجمل المنطقة الرمادية المُظلَّلة نطاق الانحدارات الخطية من العينات المُمهدة . تبين الخطوط الرمادية المظللة الأفقية قيم نسبة v_p/v_s ودورية الانزلاق المُستخلَصة عند نقاط بيانات مُستخدَمة لملائمة الاتجاه الأسي للحدوث الدوري للاهتزاز، تبين الصورة المُرفَقة موضع الحالة الخاص بـ v_p/v_s (المربع الأصفر) والمساحة المستخدمة لاستنتاج تحلل الحدوث الدوري للاهتزاز (المساحة الحمراء المُظلَّلة).

علوم الأرض

السيليكا تقترن بزلازل الاندساس البطيء

قدَّم باسكال أوديت، ورولاند برجمان جَمْعًا من البيانات الزلزالية من نطاقات الاندساس التي تُظْهِر مجموعة من الزلازل المتكررة البطيئة، وتبين أن نسبة سرعة الموجات الاهتزازية الانضغاطية إلى القَصِّيَّة منها (v_p/v_s) لقشرة القوس الأمامي الفوقية ترتبط خطيًّا بمتوسط زمن التكرار للزلازل البطيئة. حيث يشيران إلى أنه يمكن لتخصيب السيليكا من موائع مشتقة من صفيحة والتمعدن التصاعدي بعروق الكوارتز تفسير النطاق المرصود لقيم نسبة سرعة الموجات الاهتزازية الانضغاطية إلى القَصِّيَّة منها (v_p/v_s)، وأن الاعتماد القوي لاختزال الالتئام، والنفاذ بالشرخ الصدعي الغني بالسيليكا على درجة الحرارة يمكنهما تفسير انخفاض زمن تكرار الهزة مع التخصيب التدريجي للسيليكا.

Possible control of subduction zone slow-earthquake periodicity by silica enrichment

P Audet *et al*

doi:10.1038/nature13391

علم الأعصاب

التهام الميتوكوندريا في داء باركنسون

إن طفرات فقدان الوظيفة التي تؤثر على إنزيمين منخرطين في إزالة الميتوكوندريا التالفة (التهام الميتوكوندريا) ـ باركين ليجاز اليوبيكويتين وكيناز البروتين PINK1 ـ مرتبطة بمرض باركنسون العائلي. ويتضح هنا أن USP30 ـ وهو إنزيم ديوبيكويتيناز متموضع في الميتوكوندريا ـ يناهض التهام الميتوكوندريا عن طريق إزالة علامات اليوبيكويتين التي وضعها إنزيم باركين في المكان. يعزِّز الحد من نشاط USP30 انحلال الميتوكوندريا في الخلايا العصبية، وينقذ حذف USP30 التهام الميتوكوندريا المعيبة الناجمة عن الطفرات المسبِّبة للأمراض في إنزيم باركين. يحسِّن حذف USP30 في نموذج ذبابة الفاكهة كمال الميتوكوندريا، والبقاء على قيد الحياة في الذباب الذي لا يحمل إنزيم باركين أوPINK1. وبالتالي يحتمل أن يكون تثبيط USP30 مفيدًا لمرض باركنسون، من خلال تشجيع إزالة الميتوكوندريا ومراقبة الجودة.

The mitochondrial deubiquitinase USP30 opposes parkin-mediated mitophagy

B Bingol *et al*

doi:10.1038/nature13418

الأنثروبولوجيا الطبية

استجابة التجمع الحيوي المعوي لسوء التغذية

يُعَدّ نقص التغذية في مرحلة الطفولة مشكلة صحية رئيسة في كثير من البلدان ذات الدخل المنخفض. وعلى الرغم من أنه يمكن الحدّ من الوفيات بواسطة التدخلات الغذائية العلاجية، فمن الصعب تحقيق الاستعادة الكاملة لنمو صحي في حالات سوء التغذية الحادّ. يحدد جيفري جوردون وزملاؤه في هذا البحث مجموعة من 24 نوعًا بكتيريًّا، يُعرِّف تمثيلها النسبي في التجمع الحيوي المجهري، ويوضح كيف يحتشد هذا التجمع في صورته الصحية على مدار أول عامين بعد الولادة في جماعة من الأطفال الأصحاء في بنجلاديش. كما عرّف جوردون وزملاؤه "مؤشر النضج النِّسْبِي للتجمع الحيوي المجهري"، و"قيمة Zالإحصائية لعمر عيِّنات التجمع الحيوي المجهري" التي تسمح بالمقارنة بين الأفراد، واستخدموا هذه المؤشرات لإثبات أن سوء التغذية الحاد يرتبط مع عدم نضج نسبي لميكروبات التجمع الحيوي المجهري، الذي يتم تحسينه جزئيًّا فقط بواسطة اثنين من التدخلات الغذائية المستخدَمة على نطاق واسع. يشير هذا العمل إلى أنه قد تكون هناك حاجة إلى تدخلات قائمة على اختيار الأغذية لفترات طويلة ممتدة، و/أو إضافة ميكروبات معوية لتحقيق إصلاح دائم لحالة عدم نضج التجمع الحيوي المجهري في حالات سوء التغذية في مرحلة الطفولة، وتحسين النتائج الإكلينيكية.

Persistent gut microbiota immaturity in malnourished Bangladeshi children

S Subramanian *et al*

doi:10.1038/nature13421

الحوسبة الكمية

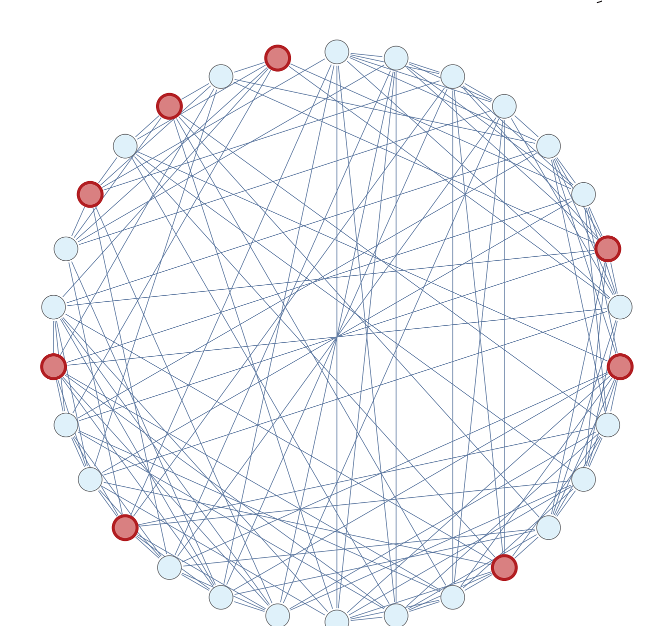
الحوسبة الكَمِّيَّة في السياق

تتميز الحوسبة الكمية بمزايا تفوق الحوسبة التقليدية في بعض الأحوال، ولبعض المشاكل.. لكنْ ما هي السمات المحددة لميكانيكا الكَمّ المسؤولة ـ في نهاية المطاف ـ عن تلك الإمكانية المُحَسَّنة؟ حدَّد مارك هوارد وزملاؤه "السياقية الكمية" ـ وهو تعميم لمفهوم الكمية غير المحلية ـ بوصفها المورد الحاسم الذي يمد الحاسبات الكمية بقدراتها. إن هذه النتيجة لا تكتفي بإيضاح الأسس النظرية للحوسبة الكمية فقط، بل توفِّر أيضا إطارًا لتوجيه الجهود التجريبية، وذلك لتسخير أكثر فعالية لغرابة ميكانيكا الكَمّ؛ لأجل المهام الحسابية.

Contextuality supplies the 'magic' for quantum computation

M Howard *et al*

doi:10.1038/nature13460



الشكل أسفله | بِنيتنا المُطبقة على اثنين من الكيوبت. كل رأس من الرؤوس الـ 30 بذلك المخطط البياني Γ يواجه طورًا مُثبَّتًا ثنائي الكيوبت؛ وتواجه الرؤوس المتصلة أطوار متعامدة. تم إبراز مجموعة مستقلة قصوى (تمثل بشكل متبادل حالات غير متعامدة) ذات حجم $\alpha(\Gamma)=8$ باللون الأحمر. تلك القيمة لـ α تحدد كل أطوار $\rho \notin P_{SIM}$ كما يظهر سياقيًّا بالنسبة إلى قياسات المُثبِّت بِنيَتنا .

البيولوجيا التطوُّرية

درجة السكون في الخلايا الجذعية

يوضح هذا البحث أن حالة سكون الخلية الجذعية في الجسم الحي تتكون من مراحل متميزة، مشابهة إلى حد كبير لمراحل دورة الخلية. دَرَس توماس راندو وزملاؤه سكون الخلايا الجذعية العضلية في الجسم الحي، وتحديد مرحلة سكون يسمونها G_{Alert} ، تختلف عن الحالة المألوفة G_0، المستقرة، والقابلة للانعكاس، وتنظمها المحفزات البيئية من خلال بروتين mTORC1. يرى الباحثون أن انتقال الخلايا الجذعية الساكنة إلى حالة G_{Alert} يلعب دورًا كآليَّة "تنبيه" يمكن بها أن تستجيب الخلايا الجذعية بسرعة للإصابة والإجهاد، دون الحاجة إلى دخول دورة الخلية، أو الالتزام بمصير خلية.

mTORC1 controls the adaptive transition of quiescent stem cells from G_0 to G_{Alert}

J Rodgers *et al*

doi:10.1038/nature13255

الهندسة الكيميائية

ألغاز الماء فائق التبريد

تصبح الخواص الفيزيائية الشاذة للماء معزَّزة بشكل كبير عند التبريد الفائق تحت نقطة التجمد، بل وتبدو في اتجاه تباعد غير نهائي عند حوالي 228 كلفنًا. استَخدمت ورقتان بحثيتان في هذا الإصدار تقنيات متباينة؛ لدراسة تلك "الأرض الفارغة" للمياه، حيث يؤدي تكوين الجليد بسرعة فائقة إلى تعسر قياسات الحالة السائلة للماء. استخدم جوناس سيلبيرج وآخرون نبضات ليزر في نطاق الفيمتوثانية؛ لقياس جملة بِنْيَة الماء السائل في شكل قطرات نتجت عن تبريده تبخيريًّا إلى 227 كلفنًا. تظل بعض قطرات الماء حتى عند درجة الحرارة تلك في الحالة السائلة في نطاق الملِّي ثانية الزمني. ويمكن لتطور تلك التقنية أن يُلْقِي مزيدًا من الضوء على السيناريوهات المثيرة للجدل، الهادفة إلى وصف وتفسير العديد من الخواص الشاذة للماء. استخدم جيرمي بالمير وآخرون ست طُرُق حوسبية متقدمة؛ للبرهنة على أن طورًا بلوريًّا مستقرًّا وطورين سائلين في استقرار مؤقت للماء ST2 يُوجَدَان عند الظرف نفسه للبرودة الفائقة، وأن السائلين يخضعان لعملية انتقال (سائل – سائل)، التي تلبِّي المعايير الصارمة للديناميكا الحرارية.

Ultrafast X-ray probing of water structure below the homogeneous ice nucleation temperature

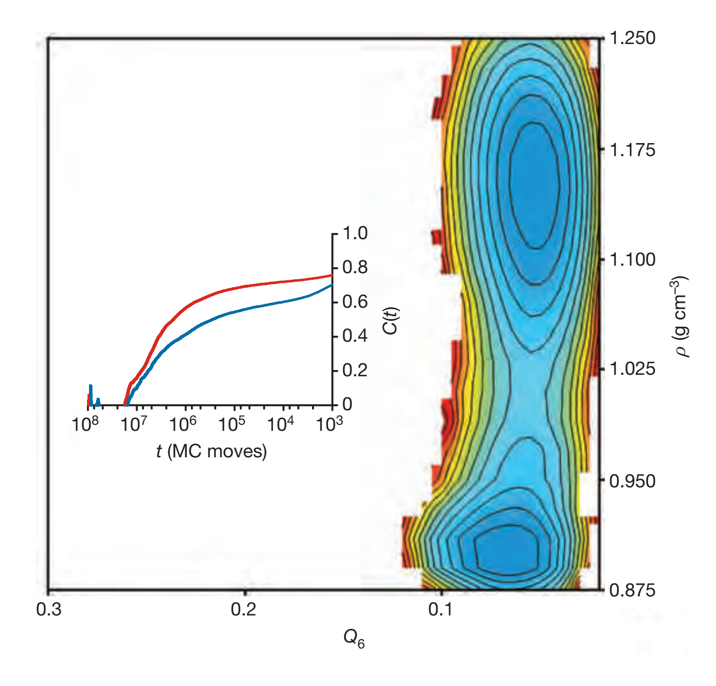
J Sellberg *et al*

doi:10.1038/nature13266

Metastable liquid–liquid transition in a molecular model of water

J Palmer *et al*

doi:10.1038/nature13405



الشكل أعلاه | سطح خال من الطاقة من خلال عمليات محاكاة غير مقيدة. السطح الخالي من الطاقة ρ-Q6 عند 228.6 كلفن و 2.4 كيلو بار، الذي تم حسابه من خلال 16 عملية محاكاة غير مقيدة من النوع مونت كارلو تم التمهيد لها بالمنطقة المنخفضة Q6. خطوط كونتور يفصل بينها 1kBT. تم إجراء كل عملية محاكاة لما يزيد عن 100 فترة استرخاء، دون إظهار أي علامة على التبلور، وذلك نتيجة لانفصال النطاقات الزمنية بين الاسترخاء البنيوي بالطور السائل والتنوي الجليدي. تبيِّن الصورة المُرفَقَة دوال ترابط تلقائي للكثافة (الخط الأزرق) وQ6 (الخط الأحمر) محسوبة من عمليات محاكاة من نوع مونت كارلو غير المقيدة، التي تم إجراؤها بمنطقة السائل منخفض الكثافة (LDL). تضمحل تقلبات الكثافة والتنظيم الهيكلي (Q6) جنبًا إلى جنب على النطاقات الزمنية ذات الصلة بالاسترخاء في حدود الطور السائل، وذلك كما هو موضح من خلال معاملات التنظيم التي تمتلك أزمنة ترابط تلقائي متوسط لحوالي 106 حركات من النوع مونت كارلو.

الجينوم

فك تتابعات جينوم نبات الكافور

تُشكِّل أشجار الكافور سريعة النمو أساس صناعات لب الورق، والورق، والسليولوز الكيميائية الدولية، كما

تُعتبر مخزنًا حيويًّا محتمَلًا للطاقة الحيوية وللمواد الحيوية. ومؤخرًا، تم فك تَتابُع جينوم نبات الكافور *Eucalyptus grandis*. يحتوي الجينوم على أكبر عدد من التكرارات المتتابعة تم العثور عليها حتى الآن في جينوم أي نبات، كما وُجد به أعلى تنوع لجينات نواتج الأيض المتخصصة، التي تعمل بمثابة دفاع كيميائي؛ موفِّرة الزيوت الدوائية الفريدة من نوعها. وتكشف مقارنة النوع الشقيق لنبات الكافور *E. globulus* مع النوع *E. grandis* عن تطور جينوم ديناميكي، ونقاط ساخنة لتَرَدِّي صلاحية السلالات، نتيجة للتزاوج الداخلي. وسوف يكون توافر البيانات الجينومية الشاملة ذا فائدة في تسريع دورات التزاوج؛ لزيادة الإنتاج ونوعية الخشب، وتطوير سلالات كافور مناسبة لمختلف البيئات.

The genome of Eucalyptus grandis
A Myburg *et al*
doi:10.1038/nature13308

علم الجينوم البنيوي

تحديد بِنْيَة إنزيم أوكسيجيناز الريبوزوم

قدَّم كريستوفر سكوفيلد وزملاؤه دراسة بنيوية شاملة للعائلة المكتشَفة حديثًا من 2 أكسوجلوتارات (OG2) وإنزيمات أكسجيناز المعتمدة على الحديد، التي سُميت إنزيمات أكسجيناز الريبوزوم (ROXs). وقد حلوا 13 بنية جديدة لإنزيمات أكسجيناز الريبوزوم (ROXs) البشرية والبكتيرية بركيزة، أو بدون ركيزة، في حين أن التحليل يؤكد أن مهمة الإنزيمات كهيدروكسيلاز أتاحت المقارنة بين نطاق JmjC المحتوِي على إنزيمات هيدروكسيلاز، وإنزيمات نَزْع مجموعة الميثيل، وفهْم تطور هذه العائلات من البروتينات، في جزء منه، مدفوعًا بالمرونة في موضع التنسيق. والتقييد العام للمخلفات الهيدروكسيلية يتم حفظه بين إنزيمات أكسجيناز الريبوزوم (ROXs) بداية النواة، والإنزيمات البشرية.

Ribosomal oxygenases are structurally conserved from prokaryotes to humans
R Chowdhury *et al*
doi:10.1038/nature13263

البيولوجيا الجزيئية

كيف يطيل جزيء صغير عُمْر دودة الربداء

يمكن لتقييد السعرات الحرارية إطالة عمر وإبطاء التَّرَدِّي المرتبط بالعمر في مجموعة من الكائنات الحية. وقد أظهرت بعض نواتج الأيض ذات الجزيء الصغير تنظيم عملية الشيخوخة، لكنْ لا يُعرف إلا القليل عن الآليات المشاركة. وهنا أورد جينج هوانج وزملاؤه أن وسيط دورة حمض ثلاثي الكربوكسيل α-كيتوجلوتارات (α-KG) يطيل عمر ديدان الربداء الرشيقة *Caenorhabditis elegans* البالغة بحوالي 50%. والهدف الجزيئي لـα-كيتوجلوتارات (α-KG) هو وحيدة α من إنزيم ATPase. يعتمد α-كيتوجلوتارات (α-KG) على مسار TOR (المستهدَف من راباميسين)، وهو لا يطيل عمر الحيوانات مقيدة النظام الغذائي، مما يشير إلى وجود صلة بين آثار (تأثيرات) α-كيتوجلوتارات (α-KG)، وتقييد النظام الغذائي.

The metabolite α-ketoglutarate extends lifespan by inhibiting ATP synthase and TOR
R Chin *et al*
doi:10.1038/nature13264

بروتين CFIm25 .. وكَبْت الوَرَم

إنّ الخلايا التي تمر بحالة من الانتشار العالي لجزيئات الحمض النووي الريبي المرسال mRNAs هي التي يتم تقصيرها نتيجة لانخفاض التذييل بعديد الأدينيلات ´3. فقد حَدَّد إريك فاجنر وزملاؤه CFIm25 (مركب بكتلة جزيئية 25 كيلو دالتون لمركَّب عامل الانقسام Im المنخرط في تجهيز ´3 للجزيئات السابقة للحمض النووي الريبي المرسال pre-mRNA) كعامِل يمنع تقصير التذييل بعديد الأدينيلات. وفي غيابها، تكون ذيول عديد الأدينيلات (poly(A أقصر، وتعزِّز انتشارها في حوالي 11% من جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال mRNAs المُعَبَّر عنها في خلايا "هيلا". يرتبط تقصير التذييل بعديد الأدينيلات هذا بزيادة تنظيم عدة جينات مسرطنة، وخلايا سرطانة دبقية، مع ارتفاع النشاط المكوِّن للأورام.

CFIm25 links alternative polyadenylation to glioblastoma tumour suppression
C Masamha *et al*
doi:10.1038/nature13261



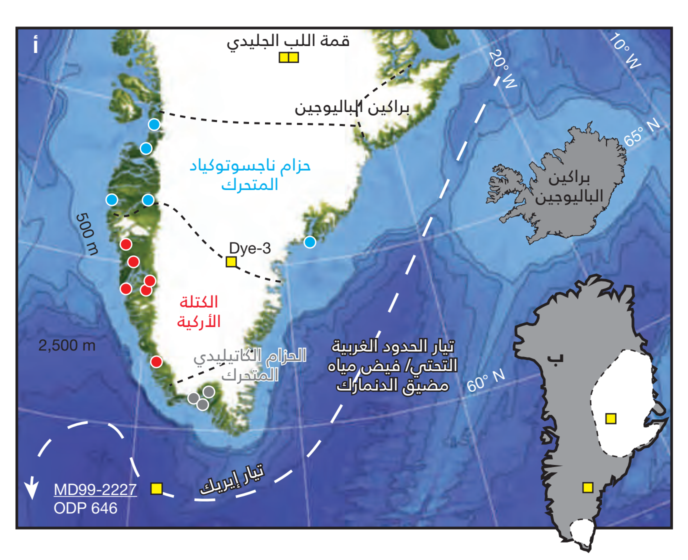
غلاف عدد 26 يونيو 2014
طالع نصوص الأبحاث في عدد 26 يونيو من دَوْرِيّة "Nature" الدولية.

علم البيئة القديمة

الانهيار التاريخي لغطاء جرينلاند الجليدي

هناك القليل من الأدلة الجيولوجية الملحوظة التي يمكن من خلالها تحديد حجم تراجع الغطاء الجليدي بجرينلاند أثناء ما بين الحقبتين الجليديّتين الأخيرتين، التي بدورها تحدُّ من قدرتنا على تقدير إسهاماتها المستقبلية في رفع مستوى سطح البحر؛ وهو ما يتسبب في ارتفاع درجة حرارة العالم. يقدم أليبرتو ريس وزملاؤه الآن دليلًا نظائريًّا من نواة رواسب محيطية قرب بحر لابرادور يشير إلى أن معظم غطاء جرينلاند الجليدي الجنوبي قد انهار خلال مرحلة 11 النظير البحري "ما بين الحقبتين الجليديتين الفائقة" منذ حوالي 400,000 عام. يعلِّق الباحثون بأن انهيار الغطاء الجليدي هذا قد حدث كاستجابة للظروف المناخية التي تقع في نطاق تلك الظروف المتوقعة بحلول نهاية القرن الواحد والعشرين.

South Greenland ice-sheet collapse during Marine Isotope Stage 11
A Reyes *et al*
doi:10.1038/nature13456



الشكل أسفله | خريطة جرينلاند.
أ، حدود أساس التضاريس الأرضية (الخطوط السوداء المتقطعة) ومواقع أخذ عيّنات لرواسب مجرى جرينلاند (الدوائر المصمتة؛ مواقع متعددة لكل رمز)؛ الحزام الكاتيليدي المتحرك KMB (اللون الرصاصي)؛ الكتلة الأركيّة AB (اللون الأحمر) حزام ناجسوتوكياد المتحرك NMB (اللون الأزرق) بركانيات الباليوجين PV. تحدد المربعات الصفراء مواضع نواة الرواسب البحرية MD99-2227 و Dye-3 وقمة اللب الجليدي (GISP2, GRIP). تدلل الخطوط البيضاء المتقطعة على ملامح تدوير المياه العميقة الحديثة التي يُعتقد في كونها نشِطة أثناء الفترات بين الجليدية. فيض مياه مضيق الدنمارك DSOW، تيار الحدود الغربية التحتي WBUC، فترة الكونتور السَّبْرِية تساوي 500 متر. **ب**، الخريطة المُرفَقَة. تُبين المُضلعات البيضاء التركيب المحتمل لصفيحة جرينلاند الجليدية MIS 11، التي تشبه الحدود الجليدية المُنمْذَجة، والتي تمثل المكافئ الكتلي لفقد حوالي 6 أمتار من مستوى سطح البحر. تمثل المربعات الصفراء مواقع اللب الجليدي المعروض بـ (أ).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الكيمياء العضوية

استخدامات عوامل الكربين الحلقي

الكربينات الحلقية المغايرة المصحوبة بالنيتروجين (NHCs) هي جزيئات حلقية تحتوي ذرة كربين واحدة، وعلى الأقل ذرة نيتروجين واحدة بالبنية الحلقية المحتوية للكربين. تستخدم هذه الجزيئات على نطاق واسع كلجائن مساعدة لإعداد العوامل الحفازة الانتقالية القائمة على المعدن، يمكن أن تكون عوامل حفازة عضوية فعالة للغاية في حد ذاتها. ولهذه الأسباب استخدمت في نطاق واسع من تطبيقات الكيمياء العضوية التخليقية، بما في ذلك عمليات تجارية مهمة. يوفر الباحثون في هذا الاستعراض لمحة موجزة لكيمياء الكربينات الحلقية المغايرة المصحوبة بذرة هيدروجين، ليلخصوا هيكلها العام وخصائصها الكيميائية، وليسلطوا الضوء بالتالي على كيفية استخدام التفاعلية الفريدة لتلك الجزيئات في نطاق واسع من التحولات العضوية والعضومعدنية المثيرة للاهتمام.

An overview of N-heterocyclic carbenes

M Hopkinson *et al*

doi:10.1038/nature13384

البيولوجيا البنيوية

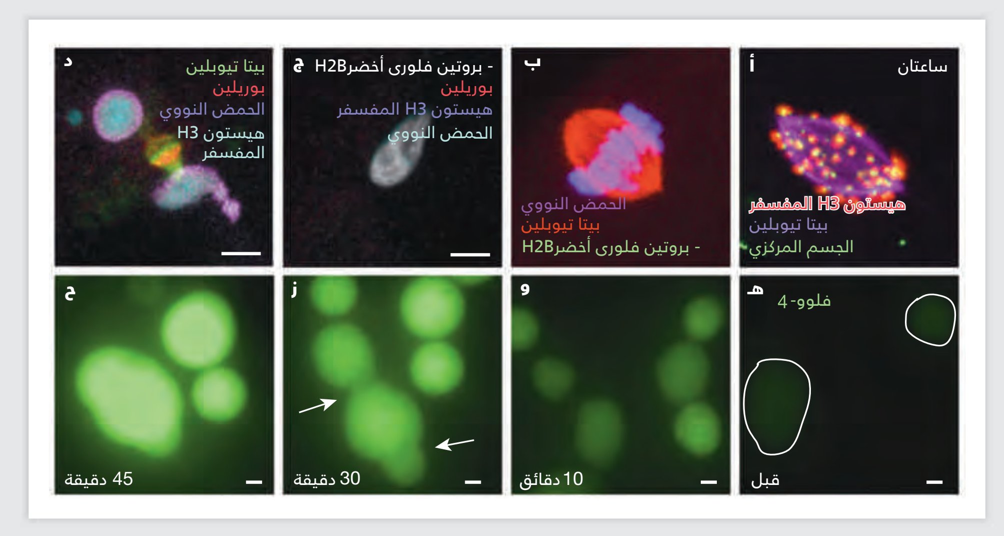
تذبذب زوج من القواعد النيتروجينية

يجب أن ترفق إنزيمات تخليق الحمض الريبي النووي النقال الأحماض الأمينية المناسبة بالحمض الريبي النووي النقال المناسب المتماثل؛ للحفاظ على الترجمة الصحيحة للترميز الجيني إلى بروتين. يضمن زوج واحد من القواعد غير زوج واتسون وكريك في الحمض الريبي النووي النقال للألانين، G3•U70، الأسلة الأمينية الصحيحة بواسطة الإنزيم (AlaRS). أورد شيجيوكي يوكوياما وزملاؤه بنيتين بلورتين لإنزيم AlaRS من الكائن العتيق *Archaeoglobus fulgidus*، في مركبات مع $tRNA^{Ala}$ تحمل A3•U70 (tRNA^{Ala}/AU) مع النظير ألانيل أحادي فوسفات الأدينوزين. تكشف المقارنة بين البِنَى أساس الانتقائية. وتوجِّه الهندسة الفريدة من نوعها لـ G3•U70 منطقة CCA في الحمض الريبي النووي النقال وترشد الأدينوزين الطرفي لموقع الحفز. وتوضح هذه الآلية كيف يحدد عدد قليل من النيوكليوتيدات البعيدة عن موقع التحفيز تفاعلية أسلة أمينية محددة.

The selective tRNA aminoacylation mechanism based on a single GNU pair

M Naganuma *et al*

doi:10.1038/nature13440



الخلايا الجذعية

إعادة برمجة خلايا جسدية بشرية

أظهرت الأبحاث السابقة أن خطوط الخلايا الجذعية متعددة القدرات يمكن أن تُشتق من الأرومات الليفية للأجنة البشرية والأطفال حديثي الولادة (خلايا الجلد) عن طريق نقل نواة الخلية الجسدية (SCNT)، حيث يتم نقل نواة من خلية ناضجة إلى خلية بويضة غير ناضجة وغير مخصبة. ومؤخرًا، أورد ديتر إيجلي وزملاؤه اشتقاقًا ناجحًا لخطوط الخلايا الجذعية الجنينية المستمدة من خلايا جسدية بالغة عن طريق نقل نواة الخلية الجسدية، بما في ذلك خلايا الجلد للبالغين من متبرع مصاب بمرض السكرى من النوع الأول. وتبحث دراستهم بانتظام المعايير التي تؤثر على الكفاءة والإمكانات التطورية في اشتقاقاتهم، التي قد تكون مهمة لتحسين طرق التطبيقات العلاجية المحتملة أيضًا.

Human oocytes reprogram adult somatic nuclei of a type 1 diabetic to diploid pluripotent stem cells

M Yamada *et al*

doi:10.1038/nature13287

الشكل أعلاه | تكاثف الكروموزومات وتجميع خيوط المغزل بعد نقل نواة الخلية الجسدية. أ، ب، تجميع خيوط المغزل على الجينوم الخلية الجسدية G1/G0. الزمن يشير إلى ساعات بعد النقل. p-H3، هيستون H3 المفسفر. **ب**، مغزل الخلية البيضية البشرية (فى الانقسام الميوزى الثانى) MII. **ج**، نواة جسدية نقلت إلى الخلية البيضية باستخدام فيروس سينداي غير مخفف. لاحظ عدم وجود هيستون H3 المفسفر. **د**، جينوم الخلية البيضية في البيضة نفسها. لاحظ فصل كروموزومات الخلية البيضية. **هـ - ح**، الدورة الزمنية الفلورنسية لصبغة مؤشر الكالسيوم (فلوو4-) Fluo-4 في أنوية الخلايا البيضية قبل وبعد الحضانة مع الفيروس سينداي القابل للإندماج (أقل من 20 ثانية). الوقت بعد التعرض مشار إليه. تشير الأسهم إلى مواقع الاندماج. مقياس البار، 5 ميكرومترات.

البيولوجيا الكيميائية

بنْيَة إنزيم سينثاز متعدد الكيتايد

إنزيمات سينثاز متعددة الكيتايد (PKSs) هي مركبات إنزيمية متعددة المجالات المنتجة لمتعدد الكيتايد، وهى فئة كبيرة من المركبات الثانوية - وبعبارة أخرى المنتجات الطبيعية. استُخدمت هاتان الدراستان اللتان أجراهما جورجيوس سكينيوتيس وزملاؤه باستخدام المجهر الإلكتروني لفحص العينة بالتبريد لسَبْر بِنْيَة وحدة نمطية سليمة لكامل طول متعدد الإنزيمات سينثاز متعدد الكيتايد (PKSs) المنخرط في التخليق الحيوي للبيكروميسين في البكتيريا *Streptomyces venezuelae* في حالات وظيفية مختلفة. تكشف البِنَى عن كيفية تفاعل نطاقات بروتين تخليق الكيتو ونقل الأسيل ومختزل الكيتو ketosynthase acyltransferase, ketoreductase وبروتين حامل الأسيل خلال دورة التحفيز. يتم وضع البروتين الناقل للأسيل (ACP) في كل حالة تفاضليًّا؛ لتسهيل النقل الوسيط للخطوة التحفيزية التالية، وللنقل إلى الوحدة النمطية التالية.

Structure of a modular polyketide synthase

S Dutta *et al*

doi:10.1038/nature13423

Structural rearrangements of a polyketide synthase module during its catalytic cycle

J Whicher *et al*

doi:10.1038/nature13409

البيولوجيا العصبية

تصاعد قدرة خلايا بوركينجي على التعلم

اللدونة العصبية في المخيخ أساسية للتعلم السلوكي. ومن المعروف أن إشارات الخطأ الحركي من الألياف المتسلقة تقود تعلم

المخيخ عن طريق تحوير انخفاض على المدى الطويل في الألياف الموازية لمشبك خلايا بوركينجي. درس يان يانج وستيفن ليسبيرجر اللدونة التي يسببها مجمع تصاعد واحد في خلية بوركينجي واحدة تشارك في مهمة التعلم الحركي في قرد، ووجدوا أن حجم اللدونة إلى جانب التعلم الحركي يعتمدان على مدة مجمع التصاعد في مدخلات الألياف المتسلقة هذه. تختلف هذه التعليمات المتدرجة من وجهة النظر "كل شيء، أو لا شيء" التي كان يُعتقد سابقًا أنها تصف هذا الإدخال.

Purkinje-cell plasticity and cerebellar motor learning are graded by complex-spike duration

Y Yang *et al*

doi:10.1038/nature13282

الفيزياء الفلكية

مسار جديد للثابت الكوني للجاذبية

يُعد الثابت النيوتوني للجاذبية G، الذي يُعرَف أيضًا بثابت الجاذبية الكوني "Big G" ثابتًا فيزيائيًّا أساسيًّا يُستخدم بحسابات الشد الجذبي بين جسمين. هناك عدة طرق لقياس الثابت الكوني للجاذبية G بدقة عالية، ولكن تلك القياسات تختلف عن بعضها البعض، ويُفترض أن ذلك نتيجة لتدخل أخطاء غير معروفة في التجارب المختلفة. أجرى جابرييل روزي وزملاؤه قياسًا عاليَ الدقة للثابت الكوني للجاذبية G باستخدام تداخل كمومي مع ذرات مُبرَّدة بالليزر وهو نهج تجريبي يختلف جذريًّا عن القياسات السابقة، وذلك بهدف التحديد والإزالة التامة للخطأ المنهجي الذي يؤدي إلى تلك التناقضات. حصل الباحثون على قيمة للثابت الكوني للجاذبية G بدقة تقارب 0.015 %، لتقترب من القياسات التقليدية، مع احتمالات كبيرة لمزيد من التحسين. إنّ استخدام مثل تلك المنهجية المختلفة جذريًّا يفتح باب الأمل لتحديد الأخطاء المنهجية التي اُبتُليت بها القياسات السابقة، رغم أن تلك النتيجة لم تحل مشكلة الاختلافات القياسية حتى الآن.

Precision measurement of the Newtonian gravitational constant using cold atoms

G Rosi *et al*

doi:10.1038/nature13433

الأمان النووي

الأمن النووي والمعرفة الصِّفْريّة

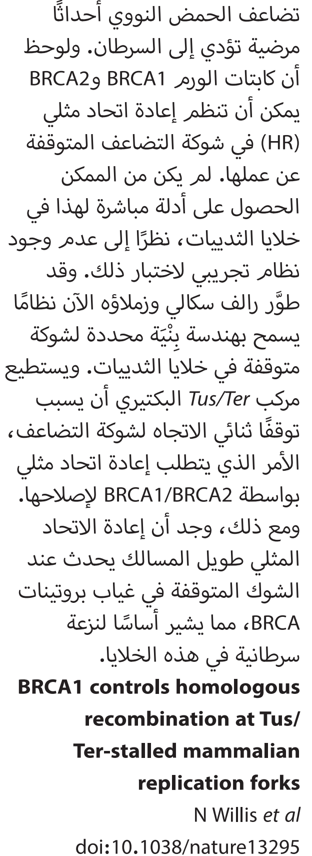
ستنطوي الجولات المستقبلية للحَدّ من الأسلحة النووية على تفتيش مباشر عن الرؤوس الحربية النووية، ولكن تلك العملية ستتطلب إجراءات تعطي المفتشين ثقة عالية حول أصالة المفردات النووية المُقدَّمَة دون تقديم أي معلومات حتى الآن عن تصميمها. تمت معالجة تلك التحديات جزئيًّا فقط حتى الآن، باستخدام حواجز معلومات آلية معقدة تعتمد على درجة كبيرة من الثقة بين كلا الطرفين. طوّر الآن آليكساندر جلاسر، وبوز باراك، وروبرت جولدستون تقنية تصوير نيوترونية "صفرية المعرفة" لتحديد أصالة الرؤوس النووية الحربية. قد تحتوي صور النيوترون الإشعاعية للرؤوس النووية على معلومات سرية للغاية، لكن البيانات في ذلك البروتوكول الجديد لا تتم معالجتها بالطريقة المعتادة، بل تُسجَّل باستخدام كواشف مسبقة التحميل مع صورة سلبية للصورة الإشعاعية للجهاز المستهدف حسبما أُعلِن. توفر المقارنة الناتجة قياسات لانتقال النيوترون والانبعاث الذي يمكنه الكشف عن التسريبات الضئيلة للمعدن الثقيل من جسم اختبار مثالي.

A zero-knowledge protocol for nuclear warhead verification

A Glaser *et al*

doi:10.1038/nature13457

الشكل أسفله | الإعدادات التجريبية، بالإضافة إلى مصدر النيوترونات، وجهاز توازي النيوترونات، وجسم الاختبار البريطاني بالوعاء، ومجموعة الكاشف. لم يتم عرض الكاشفات واسعة الزاوية.



الوراثة الجزيئية

ورم أرومي نخاعي في المخيخ

الورم الأرومي النخاعي (في المخيخ) هو ورم المخ الخبيث الأكثر شيوعًا في مرحلة الطفولة. وهنا، يقدم الباحثون مجموعة بيانات شاملة لمثيلة الحامض النووي على نطاق الجينوم من أورام الإنسان والفأر، إلى جانب تحليل تعديلات الهيستون، ونسخ الحمض النووي الريبي، وفك تتابعات الجينوم. يكشف هذا التحليل التكاملي ثروة من التعديلات في الميثيلوم methylome (الميثيلوم هو المجموع الكلي لمواقع وأنماط مجموعة الميثيل التي تضاف إلى الحمض النووي في الجينوم)، وينبغي أن تساعد في تحديد أهداف جديدة للتدخل العلاجي المحتمل.

Decoding the regulatory landscape of medulloblastoma using DNA methylation sequencing

V Hovestadt *et al*

doi:10.1038/nature13268

الفسيولوجيا الخلوية

الآلية الجزيئية للميتفورمين

ربما يكون الميتفورمين المضاد لمرض السكري الدواء الأكثر وصفًا على نطاق واسع في العالم، ويقلل على وجه التحديد إعادة تخليق السكر في الكبد دون زيادة إفراز الإنسولين، الأمر الذي يحفز زيادة الوزن، أو يشكل مخاطر نقص سكر الدم. لا تزال آليته الجزيئية للعمل بعيدة المنال، وذات أهمية كبيرة. وتبين هذه الدراسة أن علاج الفئران بالميتفورمين بجرعات وثيقة الصلة من الناحية الفسيولوجية تثبط إنزيم الأكسدة، والاختزال المكوكي إنزيم نازعة جليسروفوسفات الميتوكوندريا (mGPD)، الذي ينظم حالة الأكسدة في الميتوكوندريا والعصارة الخلوية مما يؤدي إلى انخفاض في إنتاج الجلوكوز الذاتي. تحدِّد هذه النتائج إنزيم نازعة جليسروفوسفات الميتوكوندريا كأحد الأهداف الجزيئية التي تثبط بها مركبات الجوانيدات والبايجوانيدات استحداث السكر في الكبد، وتوفر وسيلة علاجية جديدة لمرض السكري من النوع الثاني.

Metformin suppresses gluconeogenesis by inhibiting mitochondrial glycerophosphate dehydrogenase

A Madiraju *et al*

doi:10.1038/nature13270

البيولوجيا الجزيئية

شوكة التضاعف يتحكم فيها BRCA1

يمكن أن يستحث تعطل بنية شوكة تضاعف الحمض النووي أحداثًا مرضية تؤدي إلى السرطان. ولوحظ أن كابتات الورم BRCA1 وBRCA2 يمكن أن تنظم إعادة اتحاد مثلي (HR) في شوكة التضاعف المتوقفة عن عملها. لم يكن من الممكن الحصول على أدلة مباشرة لهذا في خلايا الثدييات، نظرًا إلى عدم وجود نظام تجريبي لاختبار ذلك. وقد طوَّر رالف سكالي وزملاؤه الآن نظامًا يسمح بهندسة بِنْيَة محددة لشوكة متوقفة في خلايا الثدييات. ويستطيع مركب *Tus/Ter* البكتيري أن يسبب توقفًا ثنائي الاتجاه لشوكة التضاعف، الأمر الذي يتطلب إعادة اتحاد مثلي بواسطة BRCA1/BRCA2 لإصلاحها. ومع ذلك، وجد أن إعادة الاتحاد المثلي طويل المسالك يحدث عند الشوك المتوقفة في غياب بروتينات BRCA، مما يشير أساسًا لنزعة سرطانية في هذه الخلايا.

BRCA1 controls homologous recombination at Tus/Ter-stalled mammalian replication forks

N Willis *et al*

doi:10.1038/nature13295

الكيمياء البيولوجية

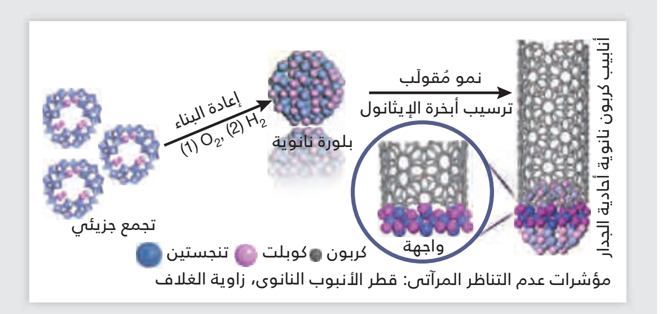
مُعَزِّز طبيعي للمضادات

إنّ العدوى بمسبِّبات الأمراض سلبية الجرام التي تحمل إنزيمات بيتا لاكتاماز الفلزية، مثل إنزيم نيودلهي بيتا لاكتاماز الفلزي 1 (NDM-1) وإنزيم فيرونا بيتا لاكتاماز الفلزي المرمز بالإنتجرون (VIM) هي مشكلة متنامية للصحة العامة، وتهدد استخدام المضادات الحيوية من البنسيلين، والسيفالوسبورين والكاربابينيم لعلاج الالتهابات. هنا أورد جيرارد رايت وزملاؤه غربلة لمثبطات منتج طبيعي لإنزيم نيودلهي بيتا لاكتاماز الفلزي 1 (NDM-1) في مجموعة واسعة من المنتجات الطبيعية الذائبة في ثنائي ميثيل سلفوكسيد DMSO المستمدة من كائنات مجهرية بيئية. إحدى المواد المستخلصة من فطر *Aspergillus versicolor* أعطى نشاطًا قويًّا مضادًا لإنزيم نيودلهي بيتا لاكتاماز الفلزي 1 (NDM-1) بشكل بارز وتم تعريفه بأنه أسبيرجيلومارسمين أ (AMA)، وهو منتج طبيعي ذُكر لأول مرة منذ نحو 50 عامًا، مقترنًا بذبول الأوراق. أسبيرجيلومارسمين أ هو مثبط سريع وقوي لكل من NDM-1 وVIM-2، وتجد أن أسبيرجيلومارسمين أ يعيد فعالية المضادات الحيوية بالكامل في المختبر وفى الجسم الحي ضد مسبِّبات الأمراض البكتيرية التي تمتلك جينات المقاومة ضد تأثيرها. أسبيرجيلومارسمين أ غير سام وجيد التحمل، مما يجعل له إمكانية حقيقية كمكمل علاجي للمضادات الحيوية مشارك في المقاومة بواسطة MBLs، VIM، NDM، وإعادة تأثير الكاربابينيمات على مسببات الأمراض سلبية الجرام المقاومة لها.

Aspergillomarasmine A overcomes metallo-β-lactamase antibiotic resistance

A King *et al*

doi:10.1038/nature13445



الهندسة الجزيئية

مسار جديد لأنابيب الكربون النانوية

تمتلك أنابيب الكربون النانوية أحادية الجدار (SWNTs) العديد من الخواص المادية المتميزة التي تعتمد على بنيتها المتقنة. ويمكن استغلال هذه العلاقة البنيوية–الوظيفية بشكل كامل فقط في حالة الحصول على أنابيب كربون نانوية أحادية الجدار نقية البنية، ولكن إنتاج نوع واحد فقط من الأنابيب ما يزال يشكل تحديًا كبيرًا. وصَّف فانج يانج وآخرون هنا استراتيجية لتحقيق نمو انعدام تناظر مرآتي مُحَدد لنوع مفرد من أنابيب الكربون النانوية أحادية الجدار باستخدام سبيكة جسيمات نانوية من التنجستين والكوبلت كعوامل حفازة، حيث يضمن مُكوِّن التنجستين استقرارًا مرتفعًا أمام درجة الحرارة لبِنْيَة العامل الحفاز، كذلك فإن الكوبلت عامل حفاز فعّال. وينبغي لتعزيز الانتقائية تعظيم الاستفادة من تلك الاستراتيجية؛ لتوفير عيِّنات نقية بنيويًّا من أنابيب الكربون النانوية أحادية الجدار، التي قد تُمكِّن من استخدام أوسع وتطوير لتلك المواد الفريدة لصالح التطبيقات العملية.

Chirality-specific growth of single-walled carbon nanotubes on solid alloy catalysts

F Yang *et al*

doi:10.1038/nature13434

الشكل أعلاه | إعداد العامل المحفز W–Co البلوري النانوي وقالب نمو أنابيب الكربون النانوية أحادية الجدار SWNT مع مؤشرات عدم تناظر مرآتي (n,m) محددة.

سينابتوتاجمين هو بروتين ناقل للدهون

يُعْتقد أن تبادل الدهون يحدث بين الشَّبَكَة الإندوبلازمية وغيرها من الأغشية المجاورة عن طريق النقل الحويصلي، لكن تظل آلية مثل ذلك التبادل غير واضحة. تحتوي بروتينات عديدة متموضعة عند مواقع الاتصال الغشائي على نطاق بروتين SMP (بروتين ربط الدهون والميتوكوندريا الشبيه بالبروتين سينابتوتاجمين (synaptotagmin)، الذي يُفْتَرض أن يعمل كوحدة ربط دهنية وقد يتوسط نقل الدهون. تقدِّم هذه الورقة البحثية بنية بلورية بدقة 2.44 أنجسترومِ لقطعة من مجس ازدواجي من البروتين البشري المُوسَّع 2 (E-SYT2) يشمل نطاقه الخاص بروتين ربط الدهون الميتوكوندرية الشبيهة بالمجس الازدواجي. وتبين البِنْيَة أن ازدواج الصيغة الجزيئية لتكوين أسطوانة بطول 90 أنجسترومًا العابرة بواسطة قناة مبطنة بأكملها بروابس كارهة للماء. وتكشف بيانات الطيف الكتلي المصاحب عن وجود ليبيدات الجليسروفوسفوريك بقناة SMP الخاصة بـ E-SYT2، لتشير إلى أن هذا البروتين قد يكون له دور مباشر في نقل الدهون.

Structure of a lipid-bound extended synaptotagmin indicates a role in lipid transfer

C Schauder *et al*

doi:10.1038/nature13269

بيولوجيا الخلية

مكونات دورة الخلية يعاد استخدامها

تظل آليات توصيل تأشير الإنسولين وكبح جينات تخليق السكر بواسطة نسخة gluconeogenic لا تزال غير واضحة. وتدعم هذه الدراسة عن تأشير الإنسولين في الفئران نموذجًا تنظيميًّا يسهل به الإنسولين تشكيل مركب سايكلين نشط D1–Cdk4 الذي يكبت تخليق السكر جزئيًّا، في وقت لاحق، عن طريق تخفيض نشاط PGC-1a خلال الأسلتة بواسطة GCN5. وبالتالي يستخدم الإنسولين مكونات آليات دورة الخلية للتحكم في توازن الجلوكوز، مستقلًا عن انقسام الخلايا. يمكن أن توفر المزيد من الدراسات عن الوظائف الأيضية لمكونات دورة الخلية في الأنسجة المختلفة أهدافًا مرشحة كأدوية لعلاج الأمراض الأيضية.

Cyclin D1–Cdk4 controls glucose metabolism independently of cell cycle progression

Y Lee *et al*

doi:10.1038/nature13267



غلاف عدد 3 يوليو 2014

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 3 يوليو من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

الكيمياء البيولوجية

بِنْيَة الغشاء في البكتيريا السالبة لجرام

عَرَضَ دونج هاوهاو وشواي تشياو وزملاؤهما البِنَى البلورية بالأشعة السينية لمركب ينشأ بين بروتينات النقل لعديد السكاريد الشحمي LptD وLptE من بكتيريا *Salmonella typhimurium* و *Shigella flexneri* على التوالي. أوردت الدراستان تركيبًا فريدًا من نوعه على شكل قابس ومقبس لثنائي البروتين لمعقدات LptD وLptE تكشف عن الآلية التي يتم بواسطتها نقل عديد السكاريد الشحمي الخاص بجدار الخلية، وإدراجه في الوريقة الخارجية من الغشاء الخارجي للبكتيريا السالبة الجرام. وفضلًا عن تقديم تفاصيل جديدة عن طبيعة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

النشوء الحيوي للغشاء الخارجي، سيوفر هذا العمل البيانات المناسبة لتصميم استراتيجيات للمضادات الحيوية الجديدة التي تستهدف الغشاء الخارجي البكتيري، والتي تشتد الحاجة إليها لمكافحة العوامل المُمْرِضة المقاومِة للأدوية المتعددة.

Structural basis for outer membrane lipopolysaccharide insertion

H Dong *et al*

doi:10.1038/nature13464

Structural basis for lipopolysaccharide insertion in the bacterial outer membrane

S Qiao *et al*

doi:10.1038/nature13484

نَهْج بديل لعلاج مرض السكري

تشمل العلاجات التي أسست لمرض السكري من النوع الثاني الأدويةَ التي تزيد التخليق الحيوي للإنسولين، وإفراز أو تحسين الحساسية للإنسولين. ونظريًّا، فإن تثبيط تدهور الإنسولين الذاتي يمكن أن يكون علاجًا فعّالًا أيضًا، ولكن على الرغم من تحديد إنزيم انحلال الإنسولين البروتيني الفلزي الزنكى (IDE)، باعتباره نتاج جين القابلية للإصابة لمرض السكري، وبعد عقود من البحث، ظلت العلاقة بين نشاط إنزيم IDE وتوازن الجلوكوز غير واضحة. وهنا، أورد ديفيد ليو وزملاؤه أول مثبط لإنزيم IDE نشط فسيولوجيًّا، ماكروسيكل (جزيء حلقي ضخم أو ماكروي أو كبير) عشريني الأعضاء، يشبك في جيب بعيد عن موقع الحفز الإنزيمي. وأظهر علاج الفئران النحيلة والسمينة بهذا المثبط أن إنزيم IDE لا ينظم فقط وفرة الإنسولين وإشاراته، ولكن ينظم أيضًا وفرة وتأشير الجلوكاجون والأميلين. يؤدي التثبيط الحاد لإنزيم IDE بالمثبط الجديد إلى تحسُّن كبير في تحمُّل الجلوكوز.و يوضح هذا العمل إمكانات إنزيم IDE كهدف جديد للعلاجات المضادة لمرض السكري.

Anti-diabetic activity of insulin-degrading enzyme inhibitors mediated by multiple hormones

J Maianti *et al*

doi:10.1038/nature13297

البيولوجيا التطورية

آليات فقدان الأطراف التطوُّري

تبدّلت الأطراف خماسية الأصابع الأساسية لرباعيات الأرجل عدة مرات وبطرق كثيرة خلال التطور، عادةً عن طريق الفقدان التدريجي للأصابع. فحصت دراستان نُشرتا مؤخرًا بدورية "Nature" التغيرات التطورية الكامنة وراء اختزال عدد الأصابع في الثدييات. نظر خافيير لوبيز ريوس وزملاؤه في الماشية، حيث يتم تعديل الأصبعين الثالث والرابع لتشكيل الحوافر؛ وكان الإصبعان الثاني والخامس ضامرين، وتمّ فَقْد الإصبع الأول. يتضح أن أول برعم لتكوين طرف فُقد تدريجيًّا أثناء تطوره. وتتم زيادة تنظيم الجين Ptch1، الذي يرمز إلى مستقبل مورفوجين تطور أطراف القنفذ سونيك (SHH)، بسبب التغيير التطوري للوحدة التنظيمية المستقلة Ptch1 التي لم تعد تستجيب لإشارات SHH المتدرجة خلال تطوير صفيحة اليد البقرية. أظهر كيمبرلي كوبر وزملاؤه أن آليات فقدان الأصابع تختلف في الأنساب المختلفة، وذلك باستخدام مجموعة واسعة من الثدييات. في مخلوقات متنوعة، مثل الجربوع والجمل، ينحت موت الخلايا الأنسجة في الطرف الناشئ ليترك الأصابع المتبقية. وفي المخلوقات الأخرى، مثل الخنازير، لُوحظ أنّ فقدان الأصابع تتسقه أحداث تنميط أطراف سابقة، لكن لا توجد زيادة في موت الخلايا. يثبت مجموع هذه النتائج مرونةً ملحوظة في آليات تطور الأطراف في الثدييات ذات الحوافر وفي القوارض، لكنها تكشف عن وجود درجة من الالتقاء التطوُّري.

Attenuated sensing of SHH by Ptch1 underlies evolution of bovine limbs

J Lopez-Rios *et al*

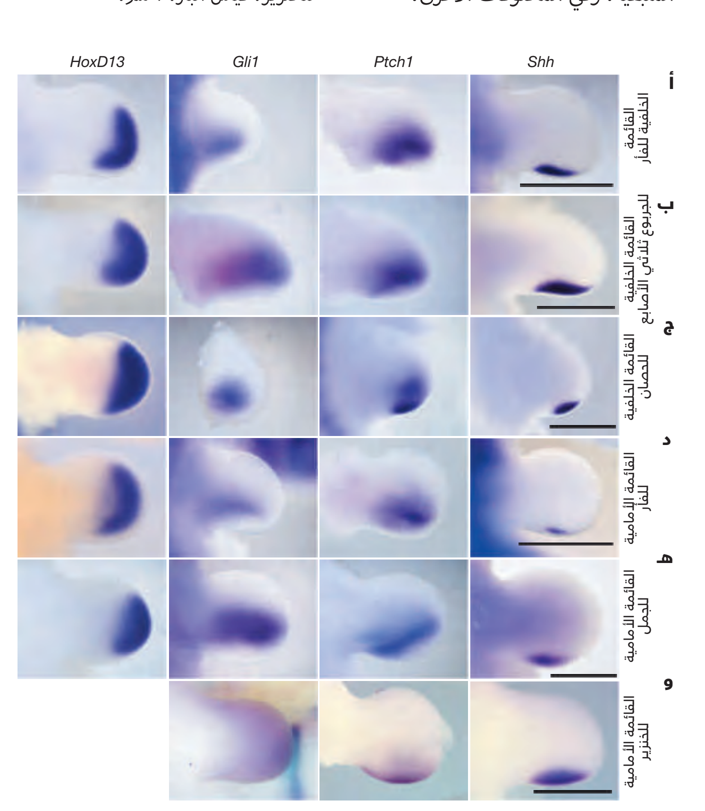
doi:10.1038/nature13289

Patterning and post-patterning modes of evolutionary digit loss in mammals

K Cooper *et al*

doi:10.1038/nature13496

الشكل أسفله | التعبير عن جينات التنميط المبكر: Gli1، Ptch1، Shh و HoxD13. أ، القائمة الخلفية للفأر (HL) (n=3 أجنة لكل جين). ب، جربوع ثلاث الأصابع D. sagitta، القائمة الخلفية (n=3 أجنة لكل جين). ج، القائمة الخلفية للحصان (n=1 جنين للجين Shh، و n=2 أجنة لكل من الجينات Gli1، Ptch1 و HoxD13). د، القائمة الأمامية للفأر (FL) (n=3 أجنة لكل جين). القائمة الأمامية للجمل (FL) (n=1 جنين لكل من جيني Shh وHoxD13، و n=2 أجنة لكل من جينات Gli1، Ptch1). هـ، القائمة الأمامية للخنزير، قياس البار، 1 مم.



البيولوجيا الجزيئية

دور بروتينات عائلة أركياز في ليجاز tRNA

إنّ وحيدات RTCB هي الوحيدات التحفيزية لإنزيم ليجاز تضفير الحمض الريبي النووي النقال الذي يحتوي أيضًا على العديد من البروتينات -ASW، FAM98B و CGI-99و DDX1 - التي ما زال دورها في تضفير الحمض الريبي النووي النقال غير واضح. وباستخدام نهج فيلوجيني، حدَّدَ خافيير مارتينز وزملاؤه بروتينًا آخر، أركياز archease ، وهو مطلوب للنشاط الكامل لليجاز، ويسمح للمركب بالخضوع لتحولات متعددة. يلعب الأركياز ـ جنبًا إلى جنب مع هيليكاز DDX1 ـ دورًا في تشكيل مادة جوانيلات- RTCBالوسطية التساهمية.و إنزيمات ليجاز الحمض الريبي النووي ضرورية في عديد من العمليات الخلوية في حقيقيات النوى، والعتيقات، والبكتيريا. وحتى التوصُّل إلى هذه النتيجة الجديدة، كان أركياز واحدًا من البروتينات القليلة غير المميزة التي بقيت محافِظةً على تسلسلها في البكتيريا العتيقة، وحتى البشر.

Analysis of orthologous groups reveals archease and DDX1 as tRNA splicing factors

J Popow *et al*

doi:10.1038/nature13284

الفيزياء

في البحث عن حالة قاعدية

على مدى عقود، ظلت هوية الحالة الطبيعية التي ينشأ عنها التوصيل الفائق عند درجات الحرارة المرتفعة بمواد أكسيدات النحاس لغزًا. تقدمت سوشيترا سيباستيان وآخرون حاليًا بخطوة نحو حل هذا الغموض، وذلك عن طريق الحصول على قياسات اهتزاز كمِّي مُحلَّل الزاوية بأكسيد النحاس منعدم التشويب $YBa_2Cu_3O_{6+x}$. تكشف تلك القياسات عن طور أرضي طبيعي، يشمل جيوب فيرمي سطحية بالقرب من الحدود الدنيا للفجوة فائقة التوصيل (أو العُقَد). يحدد الباحثون بِنْيَة شبكة فائقة ثنائية المحور، مسؤولة عن تخليق جيوب أشباه الإلكترونات بتلك المنطقة.

Normal-state nodal electronic structure in underdoped high-T_c copper oxides

S Sebastian *et al*

doi:10.1038/nature13326

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم المناعة

علاج السل يستهدف المناعة الفطرية

يعاود السل الظهور باعتباره تهديدًا رئيسًا للصحة العامة بعد انتشار بكتيريا *Mycobaterium tuberculosis* المقاومة للعديد من الأدوية والمضاعفات الناجمة عن وباء فيروس نقص المناعة البشرية، وأنه لا يوجد لقاح فعال على المستوى العالمي. وفي الوقت الحالي، طَوَّرَ تعاونٌ بين المختبرات عبر الولايات المتحدة والبرازيل والصين والهند نهجًا مناعيًّا علاجيًّا يستهدف المناعة الفطرية في نموذج فأر مصاب بمرض السل، من خلال التلاعب في إنترفيرون السيتوكينات (الموجود بشكل زائد في السل النشط)، وإنترلوكين 1- interleukin (يُعتقد أن له تأثيرات وقائية). أظهرت كاترين ماير-باربر وزملاؤها أن هذه السيتوكينات ترتبط وظيفيًّا من خلال إيكوزانويدات eicosanoids. وهذا العمل بمثابة إثبات المفهوم للعلاجات الموجَّهة إلى شبكة إيكوزانويد المضيفة، ويقترح بدائل مجدية للعلاج الكيميائي التقليدي.

Host-directed therapy of tuberculosis based on interleukin-1 and type I interferon crosstalk

K Mayer-Barber *et al*

doi:10.1038/nature13489

البيولوجيا الإنمائية

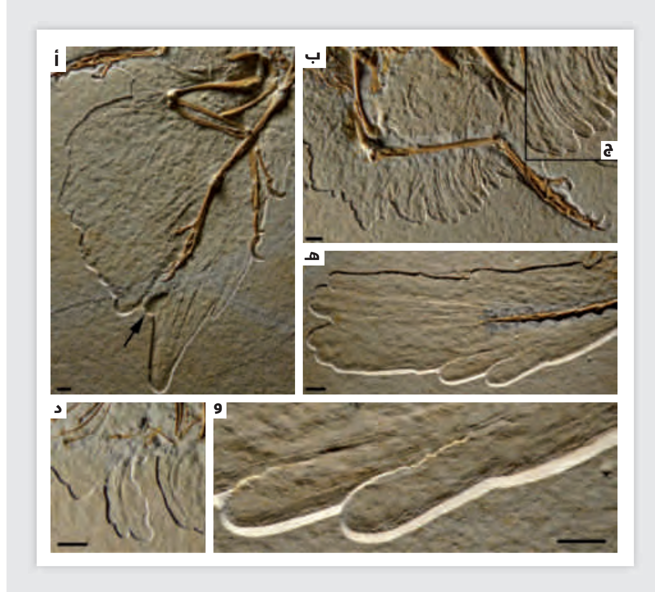
آلية تعطيل كروموزوم إكس

يضمن شكلان من أشكال تعطيل الكروموزوم إكس (XCI) في إناث الفئران الإسكات الإنتقائي للكروموزومات الجنسية الأنثوية خلال مرحلة التطور الجنيني للفئران. إنّ تعطيل الكروموزوم إكس الموسوم (iXCI)، الذي يبدأ في مرحلة الأربع خلايا، يُسْكِت حصرًا الكروموزوم إكس الأبوي (Xp). وفي وقت قريب من موعد زرع الجنين، تعيد خلايا الأديم الظاهر التي سوف تؤدي إلى الجنين تنشيط الكروموزوم إكس الأبوي (Xp)، والخضوع لتعطيل عشوائي لكروموزوم إكس (rXCI). من المعروف أن إنزيم اليوبيكويتين ليجاز Rnf12/RLIM ينشط *Xist* الحمض النووي الريبي غير المرمز الطويل، وهو أمر أساسي لكل من شكلي XCI. والآن، قدم إنجولف باخ وزملاؤه أدلة على أن Rnf12/RLIM ليس له دور رئيس في تنظيم تعبير جين *Xist* في الجسم الحي، وأظهروا أنه يمكن الاستغناء عنه لعملية التعطيل العشوائي لكروموزوم إكس (rXCI).

RLIM is dispensable for X-chromosome inactivation in the mouse embryonic epiblast

J Shin *et al*

doi:10.1038/nature13286



علم الإحاثة

أطراف ليست للطيران

وضع اكتشاف العديد من الديناصورات المغطاة بالريش والطيور بالعصور القديمة *Archaeopteryx* الطائر الشهير 'الأورفوجيل' Urvogel ("أول الطيور") في سياق أوسع، لكن لا يزال لدى هذه المجموعة التصنيفية الجليلة القدرة على المفاجأة. تُظْهِر عيِّنة اكتُشفت حديثًا في الحجر الجيري ببافاريا ـ ذات الترتيب الحادي عشر فقط منذ عام 1861 ـ غطاء غزيرًا من الريش في جميع أنحاء الجسم. من الجدير بالملاحظة غطاء القائمة الخلفية الذي يشبه 'سراويل' مغطاة بالريش. ويشير تحليل توزيع الريش على الأطراف والذيل بقوة إلى أن شكل الريش من النوع المألوف للطيور حاليًا قد تطوَّر لأسباب أخرى غير الطيران، وربما للعرض.

New specimen of *Archaeopteryx* provides insights into the evolution of pennaceous feathers

C Foth *et al*

doi:10.1038/nature13467

الشكل أعلاه | التفاصيل المتعلقة بالريش من العيِّنة الحادية عشرة للأركيوبتركس. **أ،** الجناح الأيمن من منظر ظهري. **ب،** ريش الساق من القائمة الخلفية اليمنى. **ج،** تفاصيل ريش الساق من القائمة الخلفية اليمنى. **د،** تفاصيل ريش الجسم من منطقة البطن. **هـ،** نظرة عامة على ريش الذيل. **و،** تفاصيل الريش غير المتماثل في الجانب الجانبي من الذيل. يشير السهم في **أ** إلى فجوة في الجناح ناجمة عن تداخل القدم اليسرى. مقياس البار، 1 سم.

علم المواد

بَتّ كَمِّي هجين قابل للتحكم

تتميز السرعة والترابط في عديد من منظومات البت، أو البت الكمِّي بأدوار متعارضة، مع أجهزة محددة تقترب من الحالة المثلى لأحدهما. يصف مارك إريكسون وزملاؤه هنا دمْج بت كمِّي مهجن عالي السرعة، تنشأ من خصائصه شبيهة الشحنة، مع ترابط كمِّي تنشأ من سماته شبيهة الحركة المغزلية. يتكون هذا الجهاز الجديد من ثلاثة إلكترونات باثنين من النقاط، سهل الإعداد باستخدام تقنية التصنيع المعياري للسيليكون، ويبدي دقة لأداء البوابات تتراوح بين 85% و95%، وهو الأداء الأعلى المعروف حتى الآن بالبت الكمِّي لأشباه موصلات النقاط الكمية المُبَوَّبة كهربيًّا.

Quantum control and process tomography of a semiconductor quantum dot hybrid qubit

D Kim *et al*

doi:10.1038/nature13407

الجيولوجيا

أحداث أعماق المحيطات عند الانحسار الجليدي

مرحلة الدفء Bølling–Allerød (B/A)، التي حدثت منذ حوالي 14,700 سنة، كانت واحدة من أبرز الأحداث المناخية المميزة لنهاية آخر العصور الجليدية، ولكن الآليات الفيزيائية الكامنة التي حركتها ظلت غامضة. استخدم نيفيديتا ثياجاراجان وزملاؤه مجموعة بيانات شعابية لدراسة دورة العمق الوسيط للمحيط عند ذلك الوقت. وتشير البيانات إلى أن طبقة من الماء الدافئ ـ ربما تعود إلى أصل جنوبي ـ تكمن في أعماق شمال المحيط الأطلسي أثناء الفترة الباردة الأولى الفاصلة، التي سبقت المرحلة الفاصلة Bølling– Allerødinterstadial. عمل هذا الماء الدافئ كخزّان للحرارة، بدأ ركلة استئناف الدورة العنيفة للمحيطات.

Abrupt pre-Bølling–Allerød warming and circulation changes in the deep ocean

N Thiagarajan *et al*

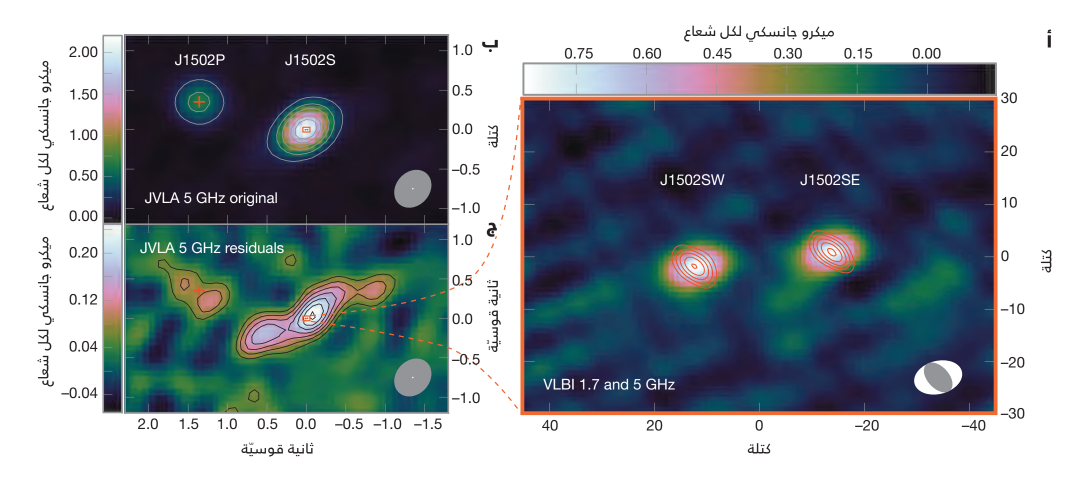
doi:10.1038/nature13472

الفيزياء الفلكية

الثقوب السوداء تتقارب في ثلاثيات

يتيح اكتشاف منظومة ثقوب سوداء ثلاثية فائقة الضخامة بمجرة بعيدة (الحيود الأحمر Z = 0.39) فرصةً نادرة لرصد ما قد يكون نتيجة الاندماج المَجَرِّي. المسافة الأصغر بين زوج من الثقوب السوداء هي 2.4 كيلو فرسخ نجمي بالمنظومات الأربع للثقوب السوداء الثلاثية، لكن النظام الثلاثي الجديد المكتشَف يشمل "زوجًا مضغوطًا" يفصل بينهم حوالي 140 فرسخًا نجميًّا. يبين الباحثون أن وجود الزوج المضغوط قد خُتم على خواص

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



نفاثات الراديو واسعة النطاق، المولِّدة بواسطة الثقوب السوداء، لتوفر طريقة مفيدة للبحث عن أزواج مضغوطة أخرى، دون الحاجة إلى ترصُّد عالي الدقة للغاية. تم مسح ست مجرات مرشحة بتلك الدراسة، وهو "معدل إصابة" يشير إلى أن الأزواج المضغوطة شائعة أكثر مما كان يُعتقد. وثنائيات الزوج المتقارب أهداف مفيدة لدراسات الموجات الثقالية، ولذلك ينبغي لتطوير وسيلة فعالة للعثور عليها، واحتمالية أن يكون هناك المزيد منها، أن يثير الاهتمام في العمل على التنبؤ بشدة الموجات الثقالية التي تساعد في الكشف عنها في نهاية المطاف.

A close-pair binary in a distant triple supermassive black hole system

R Deane *et al*

doi:10.1038/nature13454

الشكل أعلاه | خرائط التداخل الضوئي الأساسي بالغ الطول VLBI ومصفوفة جانسكي بالغة الضخامة JVLA لمنظومة الثقب الأسود الفائقة بـ J1502+1115 . أ، خريطة تداخل ضوئي أساسي بالغ الطول VLBI (نطاق لوني) تبين المكونين J1502SE و J1502SW. المرسوم الفوقي هو خطوط كونتور الحمراء لخريطة تداخل ضوئي أساسي بالغ الطول VLBI بمقدار 1.7 جيجاهرتز، وذلك بمستويات تبدأ عند 400 ميكرو جانسكي لكل حزمة، وتزداد في خطوات من 100 لكل حزمة (3σ). الارتقاء العمودي RA؛ الانحدار dec. **ب**، خريطة مصفوفة جانسكي بالغة الضخامة JVLA بدقة 5 جيجا هرتز صُورت مع ترجيح بريجز للأشعة فوق البنفسجية. المرسوم الفوقي هو خطوط كونتور (الرمادية) بمقدار دقة 5 جيجا هرتز تبدأ عند 250 ميكرو جانسكي لكل نبضة وتزداد في خطوات من 300 ميكرو جانسكي لكل نبضة (20 σ). **ج**، بقايا مصفوفة جانسكي بالغة الضخامة JVLA بدقة 5 جيجا هرتز لمصدر نقطي مُجتزأ، تكشف عن انبعاث راديوي على شكل الحرف S متناظر دورانيًّا، متمركز على مكونات التداخل الضوئي الأساسي بالغ الطول VLBI (داخل المستطيل الأحمر). يبدو أيضًا أن هناك نفاثات ضيقة النطاق متمركزة على نواة الراديو J1502P. المرسوم الفوقي هو خطوط كونتور (السوداء) بمقدار دقة 5 جيجا هرتز لمصفوفة جانسكي بالغة الضخامة JVLA التي تبدأ عند 60 ميكرو جانسكي لكل نبضة (σ4) وتزداد في خطوات من σ2. كما قد بُين حدود إطار اللوحة اليسرى. خطوط كونتور السالبة بُينت أيضا عند (σ4-). تشير الأشكال الإهليلجية البيضاء بأسفل يسار اللوحات الثلاث إلى دالة الانتشار النقطي (PSF) مكتملة العرض عند منتصف االقيمة العظمى (FWHM) لخريطة التداخل الضوئي الأساسي بالغ الطول VLBI بدقة 5 جيجا هرتز. يبين الشكل الإهليلجي الرمادي بـ (أ) دالة الانتشار النقطي (PSF) للتداخل الضوئي الأساسي بالغ الطول VLBI بدقة 1.7 جيجا هرتز، بينما تبين الأشكال الإهليلجية الرمادية بـ (ب) و (ج) دالة الانتشار النقطي (PSF) لمصفوفة جانسكي بالغة الضخامة JVLA بدقة 5 جيجا هرتز.

علم البيئة التطوري

التغيُّر بنشوء الأنواع الحَلَقيَّة

الأنواع حَلَقيَّة التزاوج هي حالات نادرة لحدوث "نشوء الأنواع من خلال المسافة،" حين تتشابك سلسلة العشائر المتجاورة بحيِّز واحد يتمحور حول حاجز جغرافي عبر التهجين، على الرغم من أن الحلقة تشمل "نهايتين" عشائريتين أو أكثر لا يمكن التهجين بينها. استخدم الباحثون هنا تحليلًا واسعًا للجينوم؛ للتحقق من الأنواع المعقدة الحلقية للطائر المغرد المُخَضَّر greenish warbler، وهي حلقة كلاسيكية تشمل أشكالًا غير تهجينية تُربَط بواسطة سلسلة من العشائر تطوِّق هضبة التبت. تؤكد البيانات أن هناك في الواقع حلقة، ولكن بعض التفاصيل تنحرف عن الحالة المثالية: كانت هناك عدة فواصل تاريخية في التدفق الجيني على طول السلسلة، وكذلك بعض التسرب الجيني introgression بين الأشكال النهائية.

Genomic divergence in a ring species complex

M Alcaide *et al*

doi:10.1038/nature13285

علم الأورام

آلية مقاومة دواء علاج السرطان

تُورِد هذه الدراسة شكلًا لم يكن معروفًا سابقًا لمقاومة علاجات ابيضاض الدم النقوي الحاد (AML)، ويحدد عاملًا يمكنه استعادة الحساسية للدواء للخلايا المقاوِمة. استجاب المرضى في المرحلة الثانية من التجارب الإكلينيكية بشكل جيد للعلاج بدواء سيتارابين cytarabine (Ara-C)، وبدواء أحدث، ريبافيرين، ولكن بعد ذلك أصبحوا غير مستجيبين للدواء. أظهرت كاثرين بوردن وزملاؤها أن الدواءين أضيف إليهما حمض الجلوكورونيك؛ وبالتالي أصبحا غير نشطين. والخلايا السرطانية المقاومة تحتوي على مستويات عالية من GLI1 ـ وهو عامل منخرط في تأشير بروتين القنفذ سونيك ـ تزيد على وجه التحديد إنتاج إنزيمات UGT1A المسؤولة عن تعديل الدواء. وتثبيط إنزيم GLI1 غير قادر على التغلب على مقاومة الدواء، ويقدم استراتيجية محتمَلة للتغلب على مقاومة الأدوية في بعض المرضى.

The sonic hedgehog factor GLI1 imparts drug resistance through inducible glucuronidation

H Zahreddine *et al*

doi:10.1038/nature13283

علم البصريات

زاوية جديدة في علم البصريات غير الخَطِّيَّة

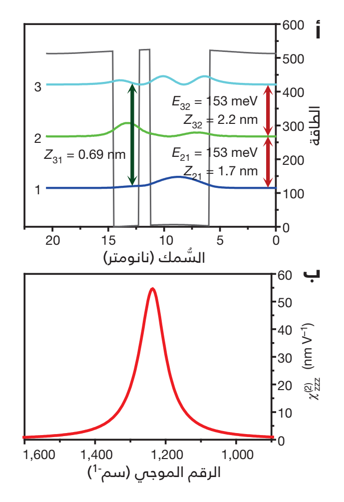
تمت هندسة هياكل شبه موصل شاذة متعددة الكَمّ، وذلك لتخليق استجابات بصرية غير خطية مفيدة، تتجاوز بكثير تلك المواد البصرية التقليدية غير الخطية، لكن نطاق تطبيقهم محدود هندسيًّا، حيث تتطلب أن يكون الضوء الساقط مستقطبًا إلى طبقات شبه الموصل. يبين جونجوون لي وآخرون الآن أنه يمكن إزالة ذلك التقييد الهندسي، وذلك بربط السطح التبدلي البلازمي إلى هيكل شبه الموصل الشاذ، وبالتالي رفع قيود التوجيه المفروضة على استخدام العناصر البصرية غير الخَطِّيَّة تلك.

Giant nonlinear response from plasmonic metasurfaces coupled to intersubband transitions

J Lee *et al*

doi:10.1038/nature13455

الشكل أسفله | بنية السطح المتحول غير الخطي. أ، مخطط حزمة التوصيل لفترة واحدة من بنية البئر الكمِّي المدمج $In_{0.53}Ga_{0.47}As/Al_{0.52}In_{0.48}As$ والمصممة للاستجابة غير الخطية الهائلة التوليد التوافقي الثاني (SHG). تم عرض المعاملات التربيعية للدوال الموجية للإلكترون للحزم الفرعية 1،2،3 وكذلك تم تصنيفها بالتبعية. تم تمييز الانتقالات بين أزواج الحزم الفرعية للإلكترونات عن طريق أسهم حمراء ثنائية الرؤوس، وتم عرض قيم طاقات الانتقال (E_{21}،E_{32}،E_{31}) والعزوم ثنائية القطبية (Z_{21}،Z_{32}،Z_{31}) بجوار كل سهم. **ب**، قابلية الحزمة الفرعية المطمورة غير الخطية للبنية بـ (أ) كدالة في تردد المضخة للتوليد التوافقي الثاني.



مهن علمية

استشارات إعلامية يساعد المستشارون العِلْمِيُّون على تحقيق مصداقية للعروض الفنية **ص. 81**

نقطة تحول التطور المهني لكاثرين هايهو لتصبح واحدةً من بين ناقِلِي وناقِلات العلوم **ص. 84**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **www.naturejobs.com**

FORREST J. ACKERMAN COLLECTION/CORBIS

وظائف المختبرات

عامل محفز من أجل أبحاث علمية أكثر كفاءة

بإمكان مدير المختبر الكفء أن يسهّل سير العمل في المختبر ويوفر الوقت والمال.

هيلين شين

يَعتبر جيمس نيلسون، عالم الأحياء الجزيئية والخلوية في جامعة ستانفورد في كاليفورنيا، أن وجود مدير لمختبره يعني توفر المزيد من الوقت له للقيام بالأبحاث العلمية. فهو لا يشغل باله بما إذا كان مختبره يسير في الاتجاه الصحيح للوفاء بالميزانية الشهرية، كما أنه لا يربك نفسه بعمليات التفتيش على السلامة الكيميائية القادمة. فكاثي سيميرز –مديرة مختبره منذ فترة طويلة- تتولى عنه هذه المسؤوليات، إلى جانب قائمة طويلة من المهام الأخرى، وذلك من أجل الإبقاء على سير عمليات المختبر بسلاسة. ويقول نيلسون: «لا أستطيع أن أتصور المختبر بدون كاثي. سيكون بدونها كارثيًّا، ولن يكون هناك هذا القدر من المرح».

لا تستطيع كل المختبرات تحمُّل تكلفة تعيين مديرين، في ظل المناخ التمويلي الحالي. فالميزانيات البحثية الصغيرة في دول مثل الولايات المتحدة وفرنسا والمملكة المتحدة أدت إلى عدم قدرة الباحثين على تعيين موظفين جُدد. لكن الباحثين الرئيسيين القادرين على تحمل تكلفة تعيين مدير مختبر بإمكانهم جني مكاسب طويلة المدى في الوقت والمال، وذات عائد كبير على هذا الاستثمار. يبلغ متوسط رواتب مديري المختبرات ما بين 49 و59 دولار أمريكي في الساعة في الولايات المتحدة، وحوالي 23 جنيهًا إسترلينيًّا (39 دولارًا) في الساعة في لندن، طبقا لبيانات شركة «كيلي سيرفيسيز»، وهي شركة لخدمات التوظيف مقرها مدينة تروي بولاية ميتشجن.

غالبًا ما يقوم الباحثون الرئيسيون في بداية مسارهم المهني بتعيين مدير لمختبرهم باستخدام جزء من تمويل إنشاء المختبر الذي تقدمه لهم الجامعة التي يتبعونها. أما أعضاء هيئة التدريس الأكبر فغالبًا ما يعتمدون على المنح البحثية لتغطية تكلفة مدير المختبر. ولكن نادرًا ما تقوم الجامعات الأمريكية بدفع رواتب مديري المختبرات بشكل مباشر.

وبإمكان مدير المختبر الماهر –أيًّا كان مصدر تمويله- أن يسهم في تخفيض تكاليف الأبحاث العلمية من خلال البحث عن أفضل الصفقات لشراء اللوازم والكواشف المعملية، وكذلك من خلال مراقبة الإنفاق بشكل عام. ويقضي الباحثون الرئيسيون الذين لديهم مديرون لمختبراتهم وقتًا أقل في المهام الإدارة مثل أوامر الشراء أو إنهاء الأعمال الورقية التنظيمية، ووقتًا أطول في تطوير أو إجراء التجارب.

إن العديد من مديري المختبرات الذين يتخذون هذا المنصب، سواء كمسار مهني لهم أو كعمل مبدئي استعدادًا لدراسة الدكتوراه، يقومون كذلك بالمساعدة في إجراء التجارب ومساعدة باحثي ما بعد الدكتوراه أو طلاب الدراسات العليا في الخطوات البحثية التي تستغرق وقتًا طويلاً مثل زراعة الأنسجة أو رعاية حيوانات التجارب.

يشترط كل مختبر كفاءات مختلفة في مديره، وقد تتطلب المختبرات الصغيرة مديرًا بدوام جزئي فقط. ولكن سواء كانت الوظيفة بدوام جزئي أو كامل، فإنها ◄

تتطلب أشخاصًا منظمين ولديهم مهارات اتصال قوية وخبرات تقنية ولديهم موهبة القيام بمهام متعددة. وبإمكان مدير المختبر الجيد أن يكون بمثابة جهة تعاون طويلة المدى ومستودعًا لخبرات المختبر؛ فبينما يتغير طلاب الدراسات العليا وباحثو ما بعد الدكتوراه العاملون في المختبر كل عدة أعوام، يبقى مدير المختبر.

كانت سيميرز تعمل فنيّ مختبر لعدة أعوام قبل أن يقوم نيلسون بتعيينها في عام 1987 لمساعدته في إدارة أول مختبر أنشأه في مركز سرطان فوكس تشاز في فيلاديلفيا ببنسلفانيا. وفي عام 1990، انتقلت سيميرز معه قاطعة عرض البلاد لمساعدته في إنشاء مختبره الجديد في جامعة ستانفورد. وبتزايد مجموعة العمل في المختبر تزايدت مسؤوليات سيميرز.

إضافة إلى مساعدة العلماء في إجراء التجارب، تقوم سيميرز بتدريب باحثي ما بعد الدكتوراه وطلاب الدراسات العليا الجدد على الخطوات الإجرائية في المختبر، كما تناقش مع أعضاء الفريق نتائج التجارب وتتأكد من اتباع قواعد السلامة في المختبر. وهي تساعد نيلسون على تخطيط الميزانية السنوية وإدارة النفقات اليومية على المشاريع المتعددة التي يتم تمويلها بمنح مختلفة.

ويقول نيلسون: «إن هذا يتيح لي الفرصة لأكون أكثر إنتاجية في الأشياء التي أستمتع بالقيام بها. أستطيع أن أنشغل كليا بالتدريس وكتابة طلبات المنح والحديث العلمي مع أعضاء مختبري».

إن المختبرات الكبيرة مثل ذلك الخاص بنيلسون ليست هي الوحيدة التي تستفيد من خدمات مديري المختبر؛ فالمدير الفعال بإمكانه مساعدة المختبر الناشئ على النهوض سريعًا. في جامعة كاليفورنيا في دايفيس، قام عالم الأحياء التطورية سانتييجو راميرز بتعيين مدير لمختبره في أكتوبر 2013، بعد أشهر قليلة من إنشائه. عثر على السيرة الذاتية لتشيرلي دين عبر قائمة بريدية إلكترونية، وقد أعجب بخبرتها في العمل كفني أبحاث في علم الوراثة السكانية والإيكولوجيا الكيميائية.

تقوم دين الآن بتوجيه طالب جامعي وفني مختبر، وستتولى على الأرجح المزيد من مسؤوليات التدريب كلما توسع المختبر.

كذلك، قام برادلي فويْتيك –عالم الأعصاب الإدراكي- بتعيين مدير للمختبر العام الماضي، بعد وقت قصير من الحصول على أول وظيفة مثبت فيها بمنصب جامعي في جامعة كاليفورنيا في سان دييجو. وقد واجه صعوبة تمثلت في اضطراره للانتقال مسافة 800 كيلومتر من بيركلي بكاليفورنيا، ومعه طفل صغير وزوجته حبلى، لكنه كان عازمًا على البدء في إجراء التجارب في أقرب فرصة.

قبل وصوله إلى سان دييجو في مارس، قام فويْتيك بتعيين توربين نوتو من خلال إعلان للوظائف، وقد ساعده مدير المختبر الجديد على القيام بمعظم الأعمال الورقية التنظيمية الضرورية للبدء في دراسات المسح الضوئي للدماغ البشري. وسوف يساعد نوتو في جمع بيانات تلك التجارب وتحليلها، كما أنه سيعمل على تحويل التعليمات البرمجية الخاصة بتحليل البيانات إلى نسخة إلكترونية توضع على الإنترنت لتكون مصدرًا مفتوح الوصول.

بالرغم من السنوات الصعبة الأخيرة التي واجهت عمليات تمويل الأبحاث الحكومية في الولايات المتحدة، إلا أن مديري المختبرات المهرة لا يزالون مطلوبين في المجال الأكاديمي وكذلك الصناعي، حسبما يقول جيمي ستايسي، نائب مدير شركة كيلي سيرفيسيز. وبحلول عام 2019، يتوقع أن ينمو سوق مديري المختبرات بنسبة تصل إلى 6% في بعض المدن الأمريكية، طبقًا لبيانات صادرة عن شركة كيلي وكذلك عن شركة تحليل بيانات العمالة «إكونوميك ماركتينج سبيشياليست إنترناشونال» في موسكو بإيداهو. أما في المملكة المتحدة، فيتوقع أن ينمو السوق بنسبة 2.3%.

غالبًا ما يبحث الباحثون الرئيسيون ووكالات العلوم الحكومية وشركات التقنية الحيوية والمعاهد البحثية الخاصة عن مديرين حاصلين على بكالوريوس في مجالات العلوم وخبرة مكثفة في العمل بالمختبرات، غالبًا كفنيي أبحاث (انظر *Nature* **473**, 545–546;2011). وتعتبر درجات الدراسات العليا نادرة نسبيًّا بين مديري المختبرات، حسبما تقول ستايسي. ولكن بالنسبة لبعض العلماء الحاصلين على درجة الدكتوراه، يمكن لوظيفة مدير المختبر أن تمثل بالنسبة لهم مسارًا مهنيًّا بديلاً عن أن يصبحوا باحثين أكاديميين (انظر «خلف طاولات المختبر»).

وتتباين مهام إدارة المختبرات بين كل مختبر وآخر، وبين الجامعات والشركات. فعلى سبيل المثال، يقضي المديرون في القطاع الصناعي وقتًا أقل في المهام الإدارية، مثل الشراء أو صيانة المعدات، وهي مهام تمارس في الشركات من خلال نظام مركزي.

«استمتع بفرصة تعلم تقنيات جديدة والعمل مع أشخاص مختلفين».
تشيرلي دين

ليس لدى «المعاهد الوطنية للعلوم» الأمريكية في باثيسدا بميريلاند منصب «مدير مختبر»، لكن العديد من المختبرات التابعة لها توظف أشخاصًا يقومون بمهام مدير المختبر؛ مثل فنيّ مختبر أو باحث موظف يقوم بالمساعدة في إجراء التجارب وتزويد المختبر بلوازمه والحفاظ على اتباع معايير السلامة. وفي مجمع جانيليا فارم البحثي التابع لمعهد هاورد هيوز الطبي غير الربحي في فيرجينيا، يُطلق على مديري المختبرات اسم «منسقي المختبر»، ويحصلون على رواتبهم بشكل مباشر من المعهد. ويقومون بدور الوسطاء بين الباحثين والأقسام التنفيذية في المعهد التي تقوم بوضع أوامر الشراء وإصلاح المعدات، والحفاظ على معايير السلامة.

وقبل أن تصبح مديرة مختبر في دافيس، عملت دين لنحو 20 عامًا كفني أبحاث تدرس الوراثيات السكانية للأسماك في «الإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي» الأمريكية في سانتا كروز بكاليفورنيا، وكذلك في وزارة الأسماك والحياة البرية في واشنطن في أوليمبيا. وقد انتقلت لوظيفتها الحالية بعد أن انتقلت عائلتها لمنطقة دايفيس. وكغيرها من مديري المختبرات، تقول دين إن مسارها الوظيفي انطوى على الكثير من المصادفات أكثر من التخطيط الصرف.

لكن هذا المنصب كان ملائمًا لها جدًّا. وتوضح: «أستمتع بفرصة تعلُّم تقنيات جديدة والعمل مع أشخاص مختلفين». ويقول فويْتك إن قرار رئيس المختبر بتعيين مدير مختبر يمتهن هذه الوظيفة أو تعيين طالب دراسات عليا طامح، هو مسألة اختيار شخصي. ومُستلْهِمًا تجربته الخاصة كمدير لمختبر قبل قيامه بالدراسات العليا، كان فويْتك مهتمًّا بأن يدرب شخصًا آخر على القيام بذلك.

يقول: «كانت طريقة جيدة لرؤية ما إذا كان هذا ما أريد أن أفعله لبقية حياتي». والآن بعد أصبح لديه مختبره الخاص، يقول إن خلفيته المعرفية في إدارة التفاصيل الجوهرية لعمليات البحث العلمي جعلت منه عالمًا أكثر كفاءة. ويقول: «أعتقد أنها خبرة قيمة للغاية». ■

هيلين شين كاتبة حرة في ماونت فيو بكاليفورنيا.

خلف طاولات المختبر

بديل عن مسار التثبيت الجامعي

إن وظيفة مدير المختبر تتعلق بشكل كبير بتحقيق الأهداف الوظيفية بنفس قدر مسؤوليتها في الاعتناء بالمختبر. بالنسبة لبعض العلماء الحاصلين على درجة الدكتوراه الذين تخلوا عن فكرة أن يصبحوا باحثين أكاديميين في المستقبل، يمكن لهذه الوظيفة أن تكون طريقًا آخر للبقاء على مقربة من العلوم.

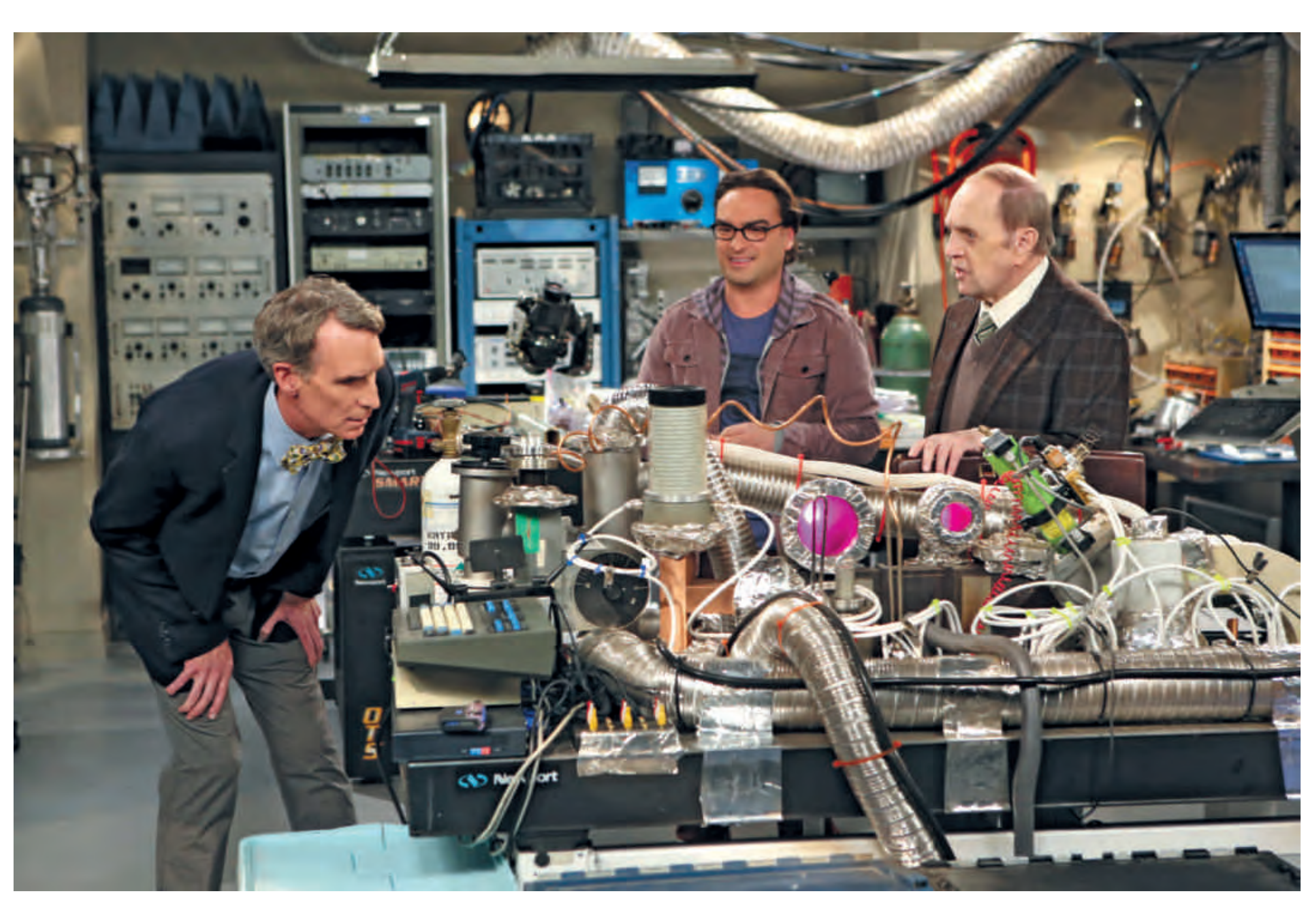
أصبحت لورا بيركويتز مديرة مختبر في جامعة ألاباما في توسكالوسا بعد أن عملت لمدة سبعة أعوام كأستاذ مساعد في جامعة أخرى. كانت تستمتع بالعمل مع طلابها، لكنها وجدت أن التدريس يترك لها وقتًا قصيرًا جدا لأبحاثها العلمية حول الديدان الخيطية كاينورهابديتيس إيليجانس.

في عام 2006، رأت بيركويتز إعلانًا لوظيفة «مدير مختبر» وضعه الباحثان جاي وكيم كالدويل من جامعة ألاباما. كان مختبرهما يستخدم تلك الديدان ككائنات حية نموذجية لتجاربهم، ورأوا أن بيركويتز ملائمة جدًّا لهذه الوظيفة. يقول كيم كالدويل: «نحن لا ننظر إلى لورا على أنها شخص يدير الأمور في مختبرنا، ولكنها بالفعل زميلة باحثة».

منذ 2007، ساعدت بيركويتز في تصميم التجارب، وأجرت مشاريعها البحثية الخاصة، مع قيامها بتوجيه الطلاب، والحفاظ على سلالات الديدان، إلى جانب المزيد من المهام. وبإمكانها الآن أن تُوجِد توازنًا بين عمل المختبر والتدريس بطريقة لم تكن تستطيع فعلها عندما كانت عضوًا في هيئة التدريس.

كما سيترك أنتوني بوبكي، باحث ما بعد الدكتوراه الذي يدرس السرطان في «معهد فان أنديل» في جراند رابيدز في ميتشجن، مسار التثبيت الجامعي للحصول على وظيفة مدير مختبر بنهاية يونيو الجاري. كانت لدى بوبكي شكوك حول السعي لمنصب أكاديمي؛ لذلك قفز على فرصة أتته لتولي دور داعم في مختبر خاص بباحث بارز في الأورام. يقول إن إدارة المختبر ستسمح له بالاستمرار بالقيام بالأبحاث التي يحبها دون الضغوط المصاحبة لإنشاء مختبره الخاص.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



MONTY BRINTON/CBS VIA GETTY

مشهد من المسلسل الكوميدي الأمريكي «ذا بيج بانج ثيوري»، وهو يستفيد بإرشادات عالم الفيزياء ديفيد سالتزبيرج.

استشارات إعلامية

علــوم ترفيهيــة

يساعد المستشارون العلميون للأفلام والبرامج التلفزيونية على تحقيق المصداقية للعروض، كما يفيدون مختبراتهم ببعض المنافع الملموسة وغير الملموسة.

بول سماجليك

هذه هي اللعبة: استبدِلْ إجراء التجارب بإعطاء استشارات للسيناريوهات السينمائية. اجلسْ مع النجوم، بدلًا من تَرَؤُّس باحثي ما بعد الدكتوراة. كُنْ غنيًّا بشكل مستقل، بدلًا من البحث عن المِنَح. وهذه هي الحقيقة: هذا يحدث فقط في الأفلام.

إن القيام بدور المستشار العلمي للأفلام والبرامج التلفزيونية نادرًا ما يتحول إلى وظيفة بدوام كامل. وأغلب مَنْ يصبحون مستشارين علميين مِن النادر أنْ يمضوا الوقت مع المشاهير. ونادرًا ما يحصلون على المال مقابل ذلك (انظر: « ليس كل ما يلمع ذهبًا»).

يقول ديفيد كيربي، المُحاضِر الكبير في دراسات التواصل العلمي في جامعة مانشستر بالمملكة المتحدة، والخبير في نقاط التقاطع بين هوليوود والعلوم: «أتلقَّى بريدًا إلكترونيًّا كل شهر من باحثين يريدون أن يدخلوا هذا المجال، معتقِدين أنه سيتيح لهم مسارًا وظيفيًّا بديلًا، فيسأل كلٌّ منهم: كيف أدخل هذا المجال؟ أريد أن أترك العمل في المختبر». ويضيف: «أشعر بالسوء وأنا أخبرهم بأنهم في الغالب لن يجْنُوا المالَ من هذا العمل».

كثيرٌ ممّن يقدِّمون الاستشارات العلمية «كوظيفة جانبية» يجدونها فرصةً للترفيه الملحق بوظيفتهم البحثية. فعالِم الفيزياء ديفيد سالتزبيرج يقوم بتقديم الاستشارات بشكل دائم لحلقات «السيتكوم» الأمريكية الشهيرة «ذا بيج بانج ثيوري»، التي تستضيف علماء فيزياء، لكنه لا يرضى بأنْ يتاجر بخبرته، مقابل وظيفته الأساسية في جامعة كاليفورنيا بلوس أنجيليس، حتى إنْ كانت ستُدِرّ عليه دخلًا أكبر. ويقول: «لقد استثمرتُ 30 عامًا من عمري في الفيزياء».

حسنًا، ما هي الفوائد التي تعود على العلماء الذين يذهبون إلى هوليوود، إذا لم يكن الأمر يتعلق بالمال أو بالشهرة؟ يقول كيربي إنها عديدة.. إحداها التوعية، فمشاركة العالِم في برنامج تليفزيوني أو فيلم يساعد على تعليم الناس بعض الأمور حول البحث العلمي بالطريقة التي قام من خلالها فيلم «ستار تريك» بعرض صور من بعثة كاسيني إلى زحل التي نفّذتها «ناسا»، أو بالطريقة التي قام من خلالها فيلم «كونتايجن» بتوضيح أسلوب عمل «المراكز الأمريكية للتحكُّم في الأمراض والوقاية منها».

كما من شأن المشاركة أن تساعد تلك العروض على تصوير العلماء بصورة بشر حقيقيين ونماذج يُحتذَى بها، بدلًا من الصور النمطية السلبية والمضحكة.

كما أن بعض العلماء يتلقَّون مقابلا ماليًّا، بطريقة أو بأخرى. فغالبًا ما تتم كتابة أسمائهم في مقدمة «تيتر» الأفلام أو البرامج التليفزيونية، إلى جانب بعض المكافآت الخفية في الفيلم أو البرنامج.. فقد تظهر على الشاشة معادلة خاصة بالعالِم المشارِك، مكتوبة على سبورة، أو ربما كتاب عليه اسمه. وإلى جانب توصيل العلوم إلى العامة، فإن المستشارين العلميين بإمكانهم أن يخوضوا تحدِّيات محفِّزة، مثل صياغة قوانين الفيزياء لكوكب ذي جاذبية مختلفة عن الأرض، أو محاكاة عملية تدمير محطة فضائية.

كما أنهم ينالون نصيبًا من الاستمتاع. فقد كانت خطوة الدخول إلى عالم هوليوود إشباعًا للاحتياج إلى ◄

المعجبين بالنسبة إلى جيمس كاكاليوس المستشار العلمي لفيلم «ذي أميزينج سبايدرمان». ففي عام 2001، كان قد تم تعيينه حديثًا أستاذًا لمادة الفيزياء لطلاب السنة الأولى في جامعة مينيسوتا في مينيابوليس. وقد أراد أن يستخدم أمثلة أكثر «مرحًا» من المألوفة في الكتب الدراسية على غرار قالب طوب ينزلق على سطح أو كرة تسقط من برج. لذلك.. فقد ابتكر دورة تعليمية أسماها «كل شيء احتجته لمعرفة الفيزياء تعلّمته من قراءة كتب الرسوم المصوَّرة».

استخدم كاكاليوس بعض الأمثلة من كتب الرسوم المصورة لسبايدرمان، مثل كيف أنّ الْتِصَاق ذلك البطل الخارق بالحائط يمكن أن ينجح باستخدام قوى فان دير فال (قوى إلكتروديناميكية ضعيفة، تعمل في المسافات القصيرة) أو ما هو مقدار القوة التي يبذلها جسم ساقط ملفوف بشبكة عنكبوت. وعندما تم إطلاق فيلم سبايدرمان في عام 2002، كتب هو والجامعة التي يعمل فيها بيانًا صحفيًّا يصف تلك الدورة التعليمية. وقد اجتذب البيان اهتمام وسائل الإعلام، ولذلك.. فقد قام بتحويل هذه الدورة إلى كتابٍ حصل هو الآخر على المزيد من الاهتمام. وفي النهاية، تمت دعوته ليكون مستشارًا علميًّا لفيلم «ذي أميزينج سبايدرمان».

كما قام بالمساعدة في إعداد فيلم «واتشمان»، وتبعًا لذلك.. أنتج فيديو يشرح كيف أنّ قُوَى إحدى الشخصيات يمكن تفسيرها من خلال الفيزياء الكمية. وقد شُوهِد الفيديو أكثر من 1.8 مليون مرة.

وقد رأت دونا نيلسون الإمكانات نفسها التي رآها كاكاليوس بعد قراءة مقالةٍ قال فيها فينيس جيليجان منتِج فيلم «بريكينج باد» إنه أراد الحصول على استشارة علمية أكثر منهجية في مسلسله التليفزيوني لدراما الجريمة. وفكّرت نيلسون ـ عالمة الكيمياء في جامعة أوكلاهوما في نورمان ـ في أنّ بإمكانها أنْ تستغل المسلسل «لبناء جسر بين العلوم والترفيه»، وأنْ تتيح لعدد أكبر من المشاهدين مشاهدةَ صورة واقعية للعلوم. وبعد فترة قصيرة من التواصل مع جيليجان، التقت به وبكاتب المسلسل.

بالطبع، نظرًا إلى موضوع المسلسل ـ حيث يقوم مدرس كيمياء خَلُوق في مدرسة ثانوية بتصنيع ميثامفيتامينات متبلورة، وهي مخدرات تباع في الشوارع بشكل غير مشروع، لتمويل علاجه من مرض السرطان ـ عَرَفَتْ أنّ عليها أن تخطو بحذر. لقد أرادت أن يتم تصوير الكيمياء، لكنها لم تُرِد أن تمجِّد إساءة استعمالها. وفي الواقع، نصحت وكالة مكافحة المخدرات الأمريكية بأن يتجاهل المسلسل ذِكْر بعض جوانب عملية إنتاج المخدِّر.

كانت أولى إسهاماتها في حلقة قام فيها البطل والتر وايت بتدريس الألكينات لطلابه. وظهرت في الحجرة الدراسية سبورةٌ عليها ملاحظات ورسوم تخطيطية كتبتها نيلسون، وقد اجتذبت اهتمام الطلاب حول العالم، إذ أنشأ كثيرون منهم مدوّنات علمية قائمة على أفكار تمّ عرضها في المسلسل. وتقول: «كانوا يتصلون بي ويُجْرُون لقاءات معي، ثم يتناقشون في المدوّنات حول ما هو صحيح، وما هو خاطئ. وكانوا أيضًا يتناقشون على الإنترنت، ثم يتصلون بي من أجل التعليق». وتضيف: «لقد بدأ هؤلاء التلاميذ يصبحون هواةً للعلوم».

كما يساعد العلماء الاستشاريون لبرامج التلفاز والأفلام التي تتحدث عن العلماء ـ مثل «ذا بيج بانج ثيوري»، و«بريكينج باد»، و«جرافيتي» ـ على صياغة نسخة أكثر واقعيةً من الباحثين عن تلك الصورة المألوفة للمنتقم الشرير، أو الشخصية الخرقاء، مثل الصورة النمطية المرسومة للوغد جيمس بوند، أو الشخصية الرئيسة في فيلم «ذا ناتي بروفيسور».

يميل الاستشاري العلمي إلى أنْ يتفاعل كثيرًا مع كاتب البرنامج، وغالبًا ما يكون لقاؤهم الأول بمثابة دورة مكثفة للكاتب لتعلُّم الحقائق المشهورة للعلوم.

«عندما تُلْقِي كلمةً أو محاضرة، فأنت في الواقع تؤدي عرضًا، سواء أعجبك هذا، أم لم يعجبك. ربما أكون قد تعلمتُ بعض الأمور»
ديفيد سالتزبيرج

SARAH TANTILLO

ساعدت نيلسون الكُتّاب على تشكيل شخصية والتر وايت. ومن ذلك على سبيل المثال.. الطريقة التي تفاعل بها مع طالبته السابقة جيسي، وكيف قام بشرح احترامه للدقة والمنطق في العلوم. وتتذكر نيلسون أن الكُتّاب أمطروها بوابل من الأسئلة، مثل: «بماذا يمكن أنْ نُشَبِّه العلماء؟» و«هل هذه هي الطريقة التي يتكلمون بها إلى بعضهم البعض؟» وسألوها ما الذي قد يدفع شخصًا مثل وايت لأنْ يحصل على الدكتوراة؟ وكيف لمثل هذا الشخص أن ينتهي به المطاف كمدرِّس في المدرسة الثانوية؟ وما الذي قد يدفع طالب دراسات عليا للتخلِّي عن مسار وظيفي واعِد في العلوم؟

إن الأسئلة التي قد تبدو بسيطة يمكن أن تكون لها آثار عميقة. وقد سأل كُتّاب «ذا بيج بانج» سالتزبيرج: ما الذي قد يفعله عالِم فيزياء لاسترجاع حبيبته؟، فاقترح سالتزبيرج بشكل غامض «شيئًا متعلقًا بمجسمات الليزر ثلاثية الأبعاد». فاصطنع الكُتّاب والمنتجون مشهدًا لعالِم الفيزياء هذا، وهو يعرض لفتاته صورًا للأرض، ولمَجَرّة درب التبانة أمام جمهور في استوديو للبث المباشر؛ فأصيب الجمهور بالذهول، حسبما يروي سالتزبيرج.

إن العمل مع كُتّاب هوليوود ومنتجيها ساعد سالتزبيرج على أن يتطوّر بطرق لم يكن يتوقعها. فعلى سبيل المثال.. كان عليه أن يوسِّع معارفه لأبعد من مجال تخصصه، موضحًا: «كعلماء فيزياء، غالبًا ما نغوص بعمق في مجال تخصُّصنا الضيق».

وهو يعتقد أن عمله الاستشاري أدَّى إلى تحسين مهارات التعامل مع الآخرين، من خلال احتياجه إلى التفاعل مع مجموعة من الكُتّاب والمنتجين. فقبل اشتراكه في «ذا بيج بانج ثيوري»، كان يقوم بتجارب في فيزياء الطاقة العالية مع مئات من المشاركين، ولذلك.. فإن كونه عضوًا في فريق لم يكن بالأمر الجديد عليه، لكنه يقول: «لا بد أن شيئًا ما حدث، لأن التعاون العلمي أصبح أسهل وأسهل».

إن التعامل مع رواة القصص المحترفين ساعد هو الآخر في تحسين أسلوب خطابه أمام الجمهور. ويقول: «عندما تُلْقِي كلمةً أو محاضرة، فأنت في الواقع تؤدي عرضًا، سواء

أموال ضئيلة

ليس كل ما يلمع ذهبًا

«إنّ ذِكْر الاسم اختياري، ودَفْع مكافأة مالية أمر اختياري على وجه الخصوص»، هذا ما يوضحه مالكوم ماكلفير، الذي يقدّم استشارات علمية للأفلام والبرامج التلفزيونية عندما يستطيع أن يوفِّق بينها وبين وظيفته الأساسية كعالِم في الهندسة البيولوجية في جامعة نورثويسترن في إفانستون بإلينويز. فما الذي يتلقاه أغلب المستشارين العلميين في هوليوود؟ إنه «حق المفاخرة»، حسبما يقول ماكلفير، الذي يعمل في الغالب بلا مقابل، بما في ذلك عمله الأول في فيلم «ترون ليجاسي»، وآخِر أعماله في «ترميناتور: جينيسيس».

كغيره من المستشارين العلميين في هوليوود، يقول ماكلفير إن لديه مشاعر متضاربة حول العائد غير المتسق الذي يتلقاه العلماء من صناعة الترفيه. فمن ناحية، إنه يشارك هو وغيره في تحقيق مهمة مؤسسات معينة، مثل برنامج تَبَادُل العلوم والترفيه الخاص بالأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم، الذي يهدف إلى أن يتم تصوير العلوم والعلماء بشكل أفضل. ومن ناحية أخرى، فإن عدم تَلَقِّيهم مقابلًا ماديًّا يحط من قدر الخبرة التي يجلبها العالِم إلى المشروع.

حتى ذِكْر الأسماء على الشاشة يبدو غير متسق. فعلى موقع «معاطف المختبر في هوليوود»، يشير الكاتب العلمي ديفيد كيربي إلى أنّ مقدِّمي الطعام يجب أن يتم ذِكْر أسمائهم في الشريط الختامي للفيلم، بينما ليس هناك إلزام بذِكْر أسماء المستشارين العلميين.

ويشير كيربي ـ المُحَاضِر في دراسات الاتصالات العلمية في جامعة مانشستر في المملكة المتحدة ـ إلى أن المستشارين الآخرين ـ مثل مدرِّبي الحيوانات ـ غالبًا ما يتم دفع أجور أعلى لهم من مستشاري هوليوود.

تتضمن ميزانيات الأفلام تكاليف «فوق الخط»، يجب أن تُدْفَع ـ تشمل أجر النجوم، والطعام، وخدمات السيارات ـ وتكاليف «تحت الخط» للإكراميّات أو الخدمات التي تُعتبر مفيدة، ولكنها غير أساسية، حسبما يقول كيربي. وتُعتبر أجور المستشارين العلميين من الفئة الثانية، بالرغم من أنّ إسهاماتهم تغيِّر في الحبكة الفنية، أو تطوُّر الشخصية الروائية.

هناك كثيرٌ من العلماء على استعداد للعمل دون أجر، لأنهم يشعرون أن ما يفعلونه هو بمثابة خدمة عامة، وتنطوي على المرح. يقول ماكلفير: «لا أعتقد أن هذا الأمر سيتغيّر، حتى تقوم المؤسسات الملائمة بالضغط». وإلى ذلك الحين، ينبغي على المستشارين العلميين أن يقوموا بهذه المهمة.. بالعمل مقابل كَسْب الاحترام، لا كَسْب المال.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أعجبك هذا، أم لم يعجبك». ويضيف: «لقد تعلمتُ بعض الأمور»، (لكن هذا لم يتضمن مهارات كافية لكتابة المسلسل. ففي مرة من المرات، اقترح بعض النكات؛ فطلب منه الكُتّاب بلُطْفٍ أن يهتم بالعلوم فحسب).

يقول كيفين جرازير، عالِم الكواكب من كاليفورنيا، الذي قدم استشارات لعديد من المشروعات، بما فيها إعادة إنتاج المسلسل التليفزيوني «باتلستار جالاكتيكا» في عام 2004، وفيلم «جرافيتي»، إنّ دوره يتطلب مهارات ناعمة، وقدرًا من عدم المبالاة (انظر: «كيف تنجح في الأفلام»). وهذان الأمران يتحسنان مع مرور الوقت في العمل، حسبما يقول جرازير، المُحَاضِر في كلية سانتا مونيكا في كاليفورنيا. إن النجاح يتطلب بناء العلاقات، خاصة في المجال التليفزيوني، حيث يعمل الكُتّاب والمنتجون معًا لأعوام. وعمومًا يحترم الكُتّاب العلماءَ، طالما أنهم ليسوا أشخاصًا معرقِلين يُصِرُّون على أن إحدى نقاط الحبكة الفنية لا يمكن تنفيذها بسبب قاعدة علمية غير مشهورة لا يعرفها أغلب المشاهدين، ولا يهتمون بها.

يقول جرازير إنه يحظى بأكبر قدر من النجاح عندما تؤدي اقتراحاته إلى فتح إمكانات للقصة، وليس عندما يغلِق البابَ في وجه بعض الأفكار التي ألّفها الكُتّاب. ويوضِّح قائلًا: «لا يمكنك أن تقول لهم: لا يمكن أن تفعلوا هذا، أو ذاك. إذا كان لديك بديل يؤدي إلى خط قصصي أفضل، فهذا أمر جيد».

يضيف شين كارول، عالِم الفيزياء النظرية الذي قدَّم استشارات لفيلم «ترون: ليجاسي» أن المستشارين العلميين يحتاجون إلى أن يتذكروا أنهم ليسوا باحثين رئيسين يديرون موقع تصوير الفيلم، فهذا هو دور المخرج، أو المنتج، أو المنتج المنفِّذ. ويقول: «إن التواضع من الأمور التي تجعلك مستشارًا علميًّا ناجحًا».

يقول كارول، الذي يعمل في معهد كاليفورنيا للتقنية في باسادينا، إن رضاءه الشخصي لا يأتي فقط من ابتكار عالَم علمي أكثر واقعيةً في الأفلام، ولكنْ أيضًا مِن تعريف الناس بالعلوم بمهارةٍ. ويشير إلى عمله في فيلم «ثور» كمثال على ذلك، قائلًا: «لقد كان الفيلم مأخوذًا عن كتاب الرسوم المصوَّرة، الذي يحكي عن أحد الآلهة التي اتخذها النرويجيُّون القدماء: وهي شيء لا يمكن ربطه بالفيزياء الدقيقة»، لكنه وَضَعَ بعض الاقتراحات الماهرة والعميقة، وأضاف مصطلحات لغوية دقيقة حول الثقوب الدوديّة، والسفر عبر الفضاء والوقت.

كما أراد منتجو الفيلم أن تكون لشخصية ناتالي بورتمان ـ التي كانت ممرضة في كتاب الرسوم المصورة ـ وظيفة أسمى من ذلك، ولذا.. فقد اقترح أن تكون عالمة فيزياء تجريبية، وساعد في صياغة شخصيتها. فقد أراد أن ترى الفتيات الفيلمَ، وأن يُدْرِكْنَ أن المسار الوظيفي العلمي يمكن أن يكون متاحًا ومرغوبًا بالنسبة لهن.

يأمل كاكاليوس أن تؤدِّي صياغة شخصيات العلماء بشكل إيجابي ـ التي يتم تشكيلها بمساعدة المستشارين العلميين ـ إلى دعم تمويل العلوم على طول الطريق. ويشير إلى أنه في بعض الأحيان يحتاج المموِّلون إلى أن يروا الممكن في سياق خيالي، قبل أن يسهموا في جَعْله حقيقةً. ويضيف: «من الممكن أن يكونوا أبطالًا خارقين ينقِذون العلومَ». ■

بول سماجليك محرِّر مساعد في قسم مهن علمية في *Nature*.

اقتحام هوليوود

كيف تنجح في الأفلام

احتاج عالِم الكواكب كيفين جرازير إلى أحد المعارف، وإلى ضربة حظ، لكي يصبح مستشارًا لفيلم «باتلستار جالاكتيكا» في عام 2004. ومنذ ذلك الحين، أنشأ المجتمع العلمي روابط منهجية أكثر مع صناعة الترفيه. ويُعَدّ برنامج «تبادل العلوم والترفيه» في لوس أنجيليس بكاليفورنيا هو الأشهر في ذلك. ولكونه جزءًا من الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم، فإن برنامج التبادل يعمل على إدخال المزيد من العلوم إلى الأفلام والبرامج التلفزيونية، من خلال توصيل الباحثين بصناع الأفلام.

يقول جرازير: «كل شخص بات بإمكانه أن يلعب دورًا الآن». وقد أمضى جرازير 15 عامًا كباحث في مختبر الدفع النفاث في باسادينا ـ التابع لناسا ـ يعمل في بعثة كاسيني. وفي الواقع، قام برنامج التبادل بالتوفيق ما بين 800 حالة منذ إطلاقه في عام 2008، حسبما يقول مديره ريك لوفيرد. إن اشتراك العلماء يتدرج ما بين حوار سريع مع الكاتب أو المخرج إلى تقديم الاستشارات منذ البداية، حتى النهاية.

وقد أنشأ برنامج التبادل قاعدة بيانات لأكثر من 1500 عالِم، وبإمكانه الاعتماد على أعضاء الأكاديمية الذين يتجاوز عددهم 6000، حسبما يقول لوفيرد. ويتطلب الانضمام إلى قاعدة البيانات اتصالًا هاتفيًّا، أو إرسال بريد إلكتروني إلى برنامج التبادل، تتبعه دردشة قصيرة بين البرنامج والعالِم؛ للتأكد من الاهتمامات والخبرات. وعندما يحتاج شخصٌ من صناعة الترفيه إلى إسهام علمي؛ يقوم بالتواصل مع برنامج التبادل، الذي يقوم حينها بتحديد أفضل الخبرات، ويرتِّب لقاء تعارف بين الطرفين. يقول لوفيرد: «نحن نسهِّل المشارَكة على الطرفين».

هذه بعض الطرق البسيطة التي يمكن للعلماء من خلالها أن يتواصلوا مع هوليوود:

- برنامج تبادل العلوم والترفيه، go.nature.com/pcxgsm
- مؤسسة «ويلْكَم تراست» البريطانية، ومنحة الكتابة التليفزيونية الخاصة بمعهد الفيلم البريطاني، go.nature.com/ybzy68
- الهيئة الألمانية للرياضيات وعلوم الحاسوب والعلوم والتقنية الطبيعية، والفرص المتساوية في أنظمة الخيال العلمي، go.nature.com/qfiava
- مؤسسة تخيُّل الأفلام العلمية الأمريكية، go.nature.com/ubta9d
- برنامج مدارس الأفلام، التابع لمؤسسة «ألفريد بي. سلاون» الأمريكية، go.nature.com/i34efv

مهن علمية

نـقـطـة تحــوُّل
كاثريـن هايـهـو

نشرت الحكومة الأمريكية في شهر مايو الماضي النسخة الثالثة من «تقييم المناخ القومي» ـ وهو تقرير حول تأثيرات التغير المناخي عبر الولايات المتحدة ـ وقد احتلت العالِمة الكندية كاثرين هايهو موقع الكاتبة الرئيسة للتقرير. تحكي هايهو ـ مديرة مركز علم المناخ في جامعة تكساس للتقنية في لوبوك ـ تطورها المهني لتصبح واحدة من بين ناقِلِي وناقِلات العلوم.

هل سعيتِ منذ البداية لدراسة التغيُّر المناخي؟

لا، فقد درستُ تخصصًا مزدوجًا في علم الفلك والفيزياء في جامعة تورونتو بكندا، لكن اهتماماتي تغيرت بعد أنْ حضرت دورة دراسية في التغير المناخي. صُدِمْتُ لدى معرفتي بحجم المشكلات، وكذلك بحقيقة أن ديناميكيّات السوائل غير الخطية هي في قلب دراسة نماذج المناخ. وفجأة، أدركتُ أنني كنت أطوِّر المهارات الضرورية لدراسة مشكلة عالمية مُلِحَّة. وبعد حصولي على درجة الماجستير من جامعة إلينويز في أربانا تشامبين، قررتُ أن أصبح خبيرة استشارية؛ لمساعدة القطاع الصناعي، والحكومة، والعملاء من المؤسسات غير الربحية، في تقييم تأثيرات التغيُّر المناخي.

هل أسهَم عملك (كاستشارية) في تغيير وجه مسارك المهني؟

نعم، بدأت أعمل على تأثير التغير المناخي على البيئة في منطقة البحيرات العظمى، بتمويل من «اتحاد العلماء المهتمين» في كمبريدج بماساتشوستس، ومن «المجتمع الإيكولوجي الأمريكي» في واشنطن دي سي. وقد فتح هذا عيني على حقيقة أنّ علماء البيئة يستخدمون توقعات مناخية قديمة، عمرها 20 عامًا، وهي توقعات في علوم الغلاف الجوي عفا عليها الزمن; فأدركتُ حجم الفجوة الهائلة بين علوم المناخ وكافة مجالات العلوم الأخرى. وكان العمل على التقرير الناتج عن ذلك ـ ألا وهو «مواجهة التغير المناخي في منطقة البحيرات العظمى» ـ لحظة محورية بالنسبة لي، لأنه بيّن لي أهمية إنتاج معلومات عالية الجودة، وترجمتها إلى مادة يستطيع علماء البيئة ومديرو الموارد المائية استخدامها. وأُصِبْتُ بالإحباط بسبب محدودية الأدوات المتاحة؛ فقررتُ العودة إلى المؤسسات الأكاديمية.

كيف انتهى بكِ المطاف إلى تكساس؟

خلال فترة تفرُّغ من جامعة نوتردام في إنديانا، دُعي زوجي ـ وهو أستاذ في اللغويات، وقَسٌّ ـ إلى الخدمة كَقَسٍّ مؤقت في كنيسة محلية في لوبوك. وكان لدى جامعة تكساس للتقنية برنامج لعلوم المناخ الجوي. لذا.. قررنا الانتقال؛ وحصلت على منصب أستاذ باحث مدعوم بمنحة. إن التغير المناخي ليس موضوعًا رائجًا في بعض المجتمعات الأمريكية، خاصة في الولايات المحافظة، ولذا.. كان أمرًا عصيبًا أن ننتقل إلى مكان نعلم أن بعض الناس ـ على الأقل ـ فيه يعارضون بقوة ما أفعله، لكن تقبُّلي للأمور غير المتوقعة كان أمرًا بالغ الإيجابية بالنسبة إلى مساري الوظيفي.



وفي وقت لاحق، عدتُ إلى جامعة إلينويز؛ لدراسة الدكتوراة؛ لأكون مؤهلة للتثبيت في منصب بجامعة تكساس للتقنية.

كيف أصبحتِ متحدثة عن التكيُّف المناخي؟

بعد فترة قصيرة من انتقالنا إلى تكساس، دُعيت إلى إلقاء كلمة أمام إحدى المجموعات النسائية حول التغير المناخي. ومن الأسئلة التي وُجهت إلَيَّ: «كيف يمكنك أن تعرفي أنها ليست مجرد دورة طبيعية؟»، و«ألا تتقلص القمم الجليدية في المريخ هي الأخرى؟، إذن، فهل هذا هو تأثير الشمس؟». وكان التحدي الذي واجهني وقتئذٍ هو أنْ أجد إجابات. وبعد ذلك بقليل، بدأتُ أحصل على دعوات للتحدث أمام مجموعات أخرى، وبدأ المصلون في أبرشية زوجي يسألون أسئلة. بعدها، كتبت أنا وزوجي كتاب «مناخ للتغيير». ولقد شعرت خلال تأليفي للكتاب أنني أعرض وجهات نظري العالمية كمسيحية. أنا أؤمن بأن فكرة كون العلماء موضوعيين بشكل كامل هي من قبيل الخرافة. إن الطريقة الشرعية الوحيدة لإنفاذ العلوم هي أن نتبنّى رؤانا الشخصية، كلما كان ذلك ملائمًا، وأن نشارك بها الآخرين.

كيف كان نهجك في تقرير «تقييم المناخ القومي» الأمريكي؟

كان هدفنا هو التأكد من أنّ هذا العلم يمكن توصيله. أردنا أن نجعل أفضل العلوم المتاحة في متناول كل شخص مهتم. لذلك، ضَمَّنَّاه فيديوهات لعلماء يشرحون التغير المناخي، وأَجَبْنا عن الأسئلة المحددة الشائعة، مثل: لماذا نعتقد أن هذا التغير المناخي بفعل الإنسان، بدلًا من كونه جزءًا من دورة طبيعية؟ وأعتقد أن هذه الجهود ساعدتنا على الوصول إلى هذا المستوى العالي من الاهتمام الذي تَلَقَّاه هذا التقرير، مقارنةً بتقارير التقييم السابقة. ■

أجرت الحوار: فيرجينيا جوين

تمويل

مفاجأة سالْك

تسهم الهبة البالغة 25 مليون دولار أمريكي ـ التي تلقّاها معهد سالْك للدراسات البيولوجية في لا جولا بكاليفورنيا ـ في إتاحة فرص توظيف في أربعة مجالات بحثية للعلماء في كافة المراحل الوظيفية. تقول مارشا تشاندلر ـ نائب الرئيس التنفيذي في سالْك ـ إنّ هذا المبلغ المالي سوف يساعد المعهد على الانتقال إلى مجالات البحوث الابتكارية. ويسعى سالْك إلى توظيف باحثين في مجالات معينة، هي: السرطان، والتمثيل الغذائي، وعلم الأعصاب. وتقول تشاندلر إن الهبة سوف تساعد المعهد على زيادة البِنْيَة التحتية الحاسوبية، واستقدام المزيد من الخبرات لدعم هذه المجالات وغيرها من المجالات البحثية. وهذا المبلغ المالي مقدَّم من المتبرِّع كونراد بريبيز، وهو يضع سالْك على طريق تحقيق هدفه؛ لجمع تمويل قدره 300 مليون دولار، حسب قول تشاندلر.

تعيين

السويد تبحث في الخارج

يبحث معهد كارولينسكا في ستوكهولم بالسويد عن علماء في أربعة مجالات بحثية في الصحة البشرية، بعد أن تَلَقَّى 522 مليون كرون (78 مليون دولار أمريكي) من مجلس البحوث السويدي، موجَّهة للتوظيف الدولي. قام المعهد بالفعل بتوظيف أربعة من كبار العلماء: اثنين من الولايات المتحدة، وواحد من جامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة، وواحد من سنغافورة. ويقوم المعهد بتعيين باحثين من كافة المراحل الوظيفية؛ للعمل في أربعة مراكز تدرس اضطرابات الأكل، والسرطان، والخلايا الجذعية، والطب التجديدي، وجينوميات الطب النفسي. يقول هانزجاستاف لجونجرين ـ عميد كارولينسكا للبحوث ـ إن المعهد يهدف إلى ترسيخ الحضور العالمي بشكل أقوى. وتقوم بيرجيتا هينريكس نورمارك ـ نائب العميد لشؤون التوظيف ـ بتطوير خطة استراتيجية للتعيين.

مشاركة الوظائف

لعبة الاستنساخ

اقترح أربعة أعضاء بهيئة تدريس أن يتجهوا بمشاركة الوظائف إلى مستوى جديد هذا الشهر، عندما قاموا مجتمِعِين بالتقدم إلى منصب نائب رئيس الجامعة الاستشاري في جامعة ألبرتا في إدمونتون بكندا. وتَبِعَتْهم في ذلك 12 مجموعة من أعضاء هيئات التدريس. ومن خلال استمارات التقديم، هاجمت المجموعات الانقسام الاقتصادي والاجتماعي المتنامي بين أعضاء هيئة التدريس وإدارة الجامعة. وقادت تلك الجهود كاثي كوسي، الأستاذ المشارك للغة الإنجليزية في جامعة دلهاوسي في هاليفاكس. ولم يتم التواصل مع أيٍّ من المجموعات، لإجراء مقابلة من أجل الحصول على الوظيفة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مسرد المصطلحات العلمية

Ependymoma
ورم بطاني عصبي
(ورم الخلايا البطانية العصبية)

Humming-birds
الطائر الطَّنَّان

P4 Medicine
الطب الرباعي
(توقعي، وقائي، شخصي، مشارك)

Sulphoquinovose
السكر أحادي السكاريدكينوفوز الكبريتي
(نباتي المصدر)

BRAND X

A

English	العربية
Acute myeloid leukaemia	اللوكيميا النخاعية الحادة
Angiotropism	الانتحاء المتعلق بالتغذية الوعائية
Antithrombotic	مانع التَّخَثُّر
Atelopus zeteki	ضفدع بنما الذهبي

B

English	العربية
Bauxite	خام البوكسايت
Biogeochemical sulphur cycle	دورة الكبريت البيوجيوكيميائية
Brain circuits	دوائر الدماغ
Brain's superior frontal gyrus	تلافيف المخ الجبهية العلوية

C

English	العربية
Carnivores	أكلة اللحوم
Climategate	فضيحة المناخ
Connectome	كونِّكتوم «خريطة أو قائمة بكافة الوصلات المشبكيّة»
Cosmic curl	التجعد الكوني
Cyanobacterium	البكتيريا الزرقاء
Cybersecurity	الأمن السيبري (أمن شبكة الاتصالات والإنترنت)
Cystic Fibrosis	التليُّف الكيسي

D

English	العربية
Dark energy	الطاقة المعتمة
Dark fibers	ألياف ضوئية معتمة
Deacetylation	إزالة الأسيتيل
Drift Phase Mixing	مزج طَوْر الانزياح

E

English	العربية
Echolocation	تحديد الموقع بواسطة صدى الصوت
Electroencephalo-graph	جهاز رسم المخ الكهربائي
Electronic Medical Records (EMR)	السجلات الطبية الإلكترونية
Emotional hotspots	البؤر العاطفية الدافئة
Enantiomer	متماثل صُوريًّا
Endosomal Sorting Complexes Required for Transport (ESCRT)	مجمعات الفرز الإندوسومي المطلوبة للنقل
Enterobacteriaceae	فصيلة المعويّات
Entomologist	عالِم حشرات
Entomophagy	التغذِّي على الحشرات
Ependymoma	ورم بطاني عصبي (ورم الخلايا البطانية العصبية)
Epigenome-wide Association Studies (EWAS)	دراسات معلومات ما فوق الجينوم (إيواس)

F

English	العربية
Filoviridae	عائلة الفيروسات الخيطية
Flexible inheritance	الوراثة المرنة
Flow science	علم التدفق
Fragile X mental retardation protein (FMRP)	بروتين التأخر العقلي لكروموزوم X الهش
Frequency multiplexing	مضاعفة التردد

G

English	العربية
Galactic dust	الغبار المَجَرِّي
Gastronomy	فن الطهو
Genealogy	علم الأنساب
Genetic expression	التعبير الجيني
Genetic neurodegenerative disorder	اضطراب جيني تَنَكُّسِيّ عَصَبِيّ
Genotyping	التنميط الجيني
Grand unified theory	النظرية الموحَّدة الكبرى
Gravitational wave	موجة تثاقلية
Gyroscope	الجيروسكوب "جهاز تحديد المواقع"

H

English	العربية
Habitable zone	نطاق صالح للحياة
Haematopoiesis	تكوُّن الدم
Heliocentricity	مركزية الشمس
Heterochromatic	متغاير الكروماتين ـ متغاير الألوان ـ متغايرالأطوال الموجية
Hippocampal volume	منطقة الحُصَيْن بالدماغ
Hummingbirds	الطائر الطَّنَّان

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

I

In silico	المحاكاة باستخدام الحاسوب
International Glossina Genome Initiative	مبادرة جينوم جلوسينا الدولية
Islomane	الاستغراق في عالَم الجُزُر

L

Linguistic determinism	الحتمية اللغوية

M

Mantle	وشاح الأرض
Mare Australe	بحر الجنوب
Mare Crisium	بحر الشدائد
Mare Figoris	بحر البرد
Mare Humorum	بحر الرطوبة
Mare Ingenii	بحر الدهاء
Mare Marginis	بحر الهامش
Mare Nectaris	بحر الرحيق
Mare Orientale	البحر الشرقي
Mare Smythii	بحر سميث
Mare Tranquillitatis	بحر السكون
Mare Vaporum	بحر البخار
Marine Protected Areas (MPAs)	المناطق المحمية البحرية (MPAs)
Marmoset	مارموسيت (قرد أمريكي)
Melanoma	الورم الميلانيني (سرطان الجلد)
Microarray	المصفوفات المجهرية
Microdeletion	الحذف المجهري الدقيق
Microduplication	التضاعف المجهري الدقيق
Microenvironment	البيئة الميكرويّة، البيئة الصغرى
Micrographia	التصوير المجهري للنباتات بخط اليد (ميكروجرافيا)
microRNAome	مجموع الأحماض الريبية الميكروية
Microvesicles	الحويصلات الميكرويّة
Monitor lizard	الورل البنغالي (الهندي)
Monozygotic twins	توائم متماثلة
Mucociliary	المخاطي الهدبي
Myelin sheath	الغِمْدُ المَيَالِينيّ
Myeloproliferative diseases	أمراض النخاع العظمي

N

Neurobiography	بيوجرافيا عصبية
Neurochemically	كيميائية عصبية
Neurodegenerative diseases	أمراض التَّنَكُّس العصبي
Neurodevelopm-ental	نمائي عصبي

O

Ocational transparency	الشفافية المكانيّة
Oligodendrocytes	الخلايا الدبقيّة قليلة التغصُّن
Opioids	مواد أفيونيّة
Orwellian	النزعة الأورويليّة الاستبدادية
Osteogenesis imperfecta	التكوّن الناقص للعظام

P

P4 Medicine	الطب الرباعي (توقعي، وقائي، شخصي، مشارك)
Panzootic	جارِفَة (مرض سريع الانتشار بين الحيوانات)
Premotor cortex	القِشْرَةُ أَمامَ الحَرَكِيَّة
Protospacer	المُبَاعِد البدائي

Q

Quantum cryptography	التشفير الكَمِّي
Quantum key distribution	توزيع كَمِّي مُشَفَّر

R

Ripple	تموُّج

S

Satellite cells	خلايا ساتلة (تابعة)
Scientific literacy	محو الأمية العلمية
Seismology	علم الزلازل
Seismometer	مقياس الزلازل
Single eukaryote	النواة الحقيقية أحادية الخلية
Spatial illusion	تخيُّل الحَيِّز المكاني
Speleothems	رواسب الكهوف
Spin intensity	شدة الدوران
Sulphoglycolysis	التحلل السكري المسلفن (التحويل إلى سلفونات)
Sulphoquinovose	السكر أحادي السكاريدكينوفوز الكبريتي (نباتي المصدر)
Swift	طائر السمامة

T

Trigger responses	آليات الاستجابة
Tumor Necrosis	نخر الأورام

U

Uniformitarianism	نظرية الوتيرة الواحدة
Uniparental disomy mechanism	آليّة الصيغة الصبغية الثنائية من أحد الآباء

V

Volunteer computing	الحوسبة التطوعية

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

العَتاق

ثمن الحرية.

خواو راماليو سانتوس

بينما دلفت متعثرة إلى قاعة الاجتماعات الكائنة تحت الأرض وفي يدها مجموعة من الملفات الممتلئة، حاولت كلارا أن تعيد تنظيم عرضها التقديمي في مخيلتها. كان يجب أن تكون الرواية الخاصة بما كشفته مقنعة، وكانت تعقد الآمال حتى على أن تخرج منتصرة؛ وهو الإحساس الذي يُعَدُّ من مُتعها كعالِمَة.

تعاملت كلارا مع جميع المهام الموكلة إليها من مركز مكافحة الأمراض بالمبادئ الحماسية نفسها. الأمراض ثورات حيوية. وكما هو الحال في جميع الثورات المسجلة على مر التاريخ، عادة ما تمر بشائرها دون أن يلاحظها أحد، أو غالبًا ما تُفَسَّر باعتبارها حالات شاذة. فلكي يفهم المرء أي شيء، فهو بحاجة لأن يحيط بأسبابه وبدايته، وأن يبحث عن الحدود غير المعلنة، لا قلب الحدث الذي ينجذب إليه الجميع.

في هذه الحالة تحديدًا، استدعى ذلك البحث عمَّا وراء الارتفاع المفاجئ في الأعراض المتعددة. وهو ما بدا من ناحية تحالفًا خبيثًا بين الفشل القلبي المبكِّر والاضطرابات التنكسية العصبية، ومن ناحية أخرى نزيفًا شديدًا متزامنًا في السُّبُل الهضمية والبولية.

كانت الإجابة عن السؤال الأول حاضرة قبل أن يجد أي من العلماء الثائرين المدمنين للكافيين الوقت لطرحه: فقد أثبت تحليل كلارا للدراسات بوضوح أن مجموعتي الأعراض مرتبطتان؛ المسألة تتطلب وحسب تحديد أيهما تسبق الأخرى. ما العلاقة التي تربط بين النزف الشديد والشيخوخة المبكرة على مستوى العالم بظاهرة لا تميز ما بين الشرق والغرب، ولا الشمال والجنوب، ولا الغني والفقير، ولا الكبير والصغير، ولا الذكور والإناث؟ حقيقة الأمر أن هذه الأعراض لم تكن حتى متحيزة لأية أجناس فقارية تحديدًا.

«هل هذا نوع من الحشرات الفائقة؟»

جاء الصوت المعدني الصادر من شاشة المؤتمر التي لم تلحظها كلارا على الجدار البعيد. حدقت الأعين المتجهمة التي يرتدي أصحابها بزات رسمية أنيقة في كلارا في حين خيَّم الصمت على العلماء في القاعة؛ حيث انكمشوا في معاطف مختبراتهم. توقعت كلارا أن تُدعى إلى اجتماع مع شخصيات بارزة ترتدي قلادات ونظارات سوداء بعد العرض التقديمي بفترة وجيزة. من الواضح أنهم كانوا يستعجلون الأمور.

أجابت عاقدة الآمال على عرض تقديمي أفضل تخطيطًا: «حسنًا، نوعًا ما. في الأشهر القليلة الماضية، وصفت مجلات الأحياء المجهرية كمية غير مسبوقة من البكتيريا الجديدة المفترضة التي عُثر عليها كلها فيما اعتُقد أنها مَواطن جرى استكشافها جيدًا. ويشبه جينوم هذه البكتيريا بشكل استثنائي الحمض النووي المُتَقَدِّرِيّ لمجموعة متنوعة من الأجناس، لكنها اكتسبت ما يبدو وكأنه جينات نووية من هذه الأجناس نفسها».

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

قاطعها الصوت الصادر من الشاشة سائلًا: «وهل هذه هي الحشرة التي تتسبب في ذلك؟»، بينما بدت على الوجوه الهادئة ملامح الترقُّب. انهال سيل من الأسئلة بعد ذاك السؤال: «هل هي من صنع البشر؟»؛ «أين نشأت؟»؛ «أي الدول الأعداء يتعين على الطائرات بدون طيار أن تستهدفها؟»؛ «هل أصاب خطب هذا النوع من التطور؟»؛ «هل يمكننا تصنيع مصل؟»؛ «متى يمكن البدء في تطعيم الشخصيات البارزة؟».

ثارت ثائرة كلارا، وألزمت حُرّاس العالم الحر بالصمت كما لو كانوا مراهقين مشاكسين. لم تكن حركة حصيفة منها على المستوى العملي بلا شك، ولو أنها لم تستطع حقًّا أن تفصح عن أكثر ما أزعجها: بساطة السيناريو الكارثي أم حقيقة أن المجال لم يُفسَح لها للإدلاء بروايتها كما كانت تنتوي. لذا، قفزت إلى القسم الختامي لعرضها التقديمي، على أمل أن تطرح بعض البيانات على الأقل على جهاز المسلاط (البروجكتور).

«ذكرت تقارير علم الأمراض أن المتقدرات هي العضيات الوحيدة المحفوظة حفظًا جيدًا في الدم النازف من المرضى البشر. وحقيقة الأمر أنه يبدو أنها فقدت غشائها الخارجي، ولم يبق فيها سوى الغشاء الداخلي الشبيه بالبكتيريا».

تطلعت من الشاشة نظرات باردة وفارغة.

تابعت كلارا قائلة: «كانت المتقدرات بكتيريا. والبكتيريا الجديدة التي تبدو أشبه بمتقدرات غريبة تظهر حاليًّا. وهذه ليست مصادفة. علاوة على ذلك، فالعشرات من الأوراق البحثية الأخيرة في مجال الكيمياء الحيوية وأحياء الخلايا أثبتت أن جميع وظائف المتقدرات اختُزلت بشكل غير متوقع في مزارع خلايا ونماذج حيوانية وخزعات مختلفة. الفسفرة التأكسدية، وإنتاج ثلاثي فوسفات الأدينوسين، والاستماتة المعتمدة على المتقدرات، والعلاقات التي تربط ما بين الشَّبَكة الإندوبلازمية، والإجهاد التأكسدي، والاندماج/ الانقسام المتقدريّ...

«بتحليل هذه البيانات فُرادى سنجد أنها مجموعات غريبة من البيانات؛ أما لو تعاطينا معها جملةً فسيبدو واضحًا لنا أننا على وشك أن نشهد أول إضراب عام لعضيات حقيقية النواة. بتعبير آخر: إننا لسنا بصدد التعامل مع 'حشرة'. فبعد آلاف السنين من التعايش الجوّانيّ داخل خلايا حقيقيات النواة، بدأت المتقدرات في محاولة الحصول على استقلالها».

تململ عدد قليل من زملائها في مقاعدهم منزعجين.

«في البداية، استعادت المتقدرات جينات انتقلت إلى النواة طوال فترة التطور كي تسترجع استقلالها الكامل. وبعدها بدأت تنفصل عن وظائفها الخلوية. والآن، هي تغادر الخلايا المضيفة، حيث تهدد في بداية الأمر وحسب وظائف الأعضاء التي تحتاج إليها أكثر من غيرها، الأمر الذي يفسِّر لنا الأعراض الأكثر جلاءً.

JACEY

تخلِّف المتقدرات الغشاء الخارجي -الموروث أساسًا من المضيف- وراءها كقيد مكسور. وإذ تفسح لنفسها أسهل الدروب إلى الخارج، تبدأ المتقدرات حياتها على هيئة بكتيريا جديدة. من الواضح أنها ظنت أن اصطلاح «التعايش الجوّانيّ» لا يعدو كونه مرادفًا منمقًا لـ«العبودية».

هذه ليست مجرد ثورة، بل هو عصيان داخلي خلوي. ولذا، فإننا بحاجة إلى أن نكف عن التفكير في المغالاة في المشكلة، ومناقشة فرق العمل الخاصة التي يتحتم علينا تشكيلها».

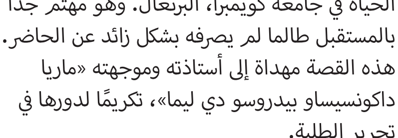
«فرق عمل في أي مجال؟»

«خبراء في علم الأحياء الحاسوبي والأنظمة الحيوية، علاوة على خبراء الاتصالات، كل هؤلاء يجب أن يعملوا معًا من أجل صنع شفرة ما لنقل الرسائل، ويتعين عليهم أن يحاولوا إقناع المتقدرات بالبقاء. ولكن، ربما كان التفاوض بشأن استراتيجية خروج آمنة أكثر منطقية. في هذه الحالة، من الأفضل أن يجتمع خبراء التفاعلات الأيضية الذين يتعاملون مع مسؤولي الإمدادات وعلماء التغذية لإيجاد وسيلة يستطيع من خلالها البشر البقاء اعتمادًا على تحلُّل السكر وحده. وإذا استطاع المهندسون الوراثيون البدء في تصميم متقدرات اصطناعية مسلوبة الإرادة، فقد يكون هذا حلاً مفيدًا».

«هل يمكن أن ننجو من هذه الكارثة حقًّا؟»

أجابت كلارا بابتسامة مُرهَقة: «هوّنوا عليكم! ربما أمكننا النجاة طالما لم تواتِ الكريات المركزية أو أجسام جولجي أية أفكار غريبة». ■

خواو راماليو سانتوس خبير مساعد بقسم علوم الحياة في جامعة كويمبرا، البرتغال. وهو مهتم جدًّا بالمستقبل طالما لم يصرفه بشكل زائد عن الحاضر. هذه القصة مهداة إلى أستاذته وموجهته «ماريا داكونسيساو بيدروسو دي ليما»، تكريمًا لدورها في تحرير الطلبة.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

دعــوة للحضور

تحت رعاية خادم الحرمين الشريفين
الملك عبد الله بن عبد العزيز





مؤتمر التقنيات المتقدمة ٢٠١٤

المؤتمر الدولي الثالث للتقنيات المتقدمة

١٣ – ١٥ ذو القعدة ١٤٣٥ هـ، الموافق ٨ – ١٠ سبتمبر ٢٠١٤ م

قاعة المؤتمرات - مبنى ٣٦ - مقر المدينة الرئيسي - طريق الملك عبدالله - الرياض

ص.ب ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢
المملكة العربية السعودية
هاتف: ‎+٩٦٦ ١١٤٨١ ٤٣٤٩
فاكس: ‎+٩٦٦ ١١٤٨١ ٣٨٣٠
www.kacst.edu.sa